

17th March 1909

My dear Mr. [Name]
I have just received your letter of the 14th inst.

and am glad to hear that you are
interested in the [Subject]

I have been thinking of writing to you for some time
but have been so busy that I could not find time.

I am sure that you will find the [Subject] very
interesting and I hope that you will be able to
contribute to the [Subject]

I am, Sir, very respectfully,
Yours faithfully,
[Signature]

Yours faithfully,
[Signature]

Veröffentlichungen
aus dem Gebiete des
Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben
von der
Medicinal-Abtheilung
des
Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

Heft 3.

[Aus dem hygienisch-chemischen Laboratorium im Königlichen Friedrich-Wilhelms-Institut zu Berlin.]

Ueber Feldflaschen und Kochgeschirre aus Aluminium

bearbeitet von

Dr. Plagge, und Georg Lebbin,

Stabsarzt und Vorstand

Chemiker

des hygienisch-chemischen Laboratoriums im Königlichen Friedrich-Wilhelms-Institut zu Berlin.

Berlin 1893.

Verlag von August Hirschwald.

NW. Unter den Linden 68.

Ueber

Feldflaschen und Kochgeschirre

aus

Aluminium.

Im Auftrage des Königlichen Kriegsministeriums

bearbeitet von

Dr. Plagge, und **Georg Lebbin,**

Stabsarzt und Vorstand

Chemiker

des hygienisch-chemischen Laboratoriums im Königlichen Friedrich-Wilhelms-
Institut zu Berlin.

Berlin 1893.

Verlag von August Hirschwald.

NW. Unter den Linden 68.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung. Mängel der Glasflaschen; Feldflaschen von Metall verschiedener Art und Konstruktion	1
Untersuchungsobjekte; Plan und Methode der Untersuchung	2
A. Aluminium-Feldflaschen	4
Grobe praktische Brauchbarkeit	4
Geschmack der Getränke	4
Fleckenbildung durch Gerbsäure	5
Fleckenbildung durch Kieselsäure	10
Haltbarkeit und Abnutzung	12
Reinigungsmittel	13
Gesamt-Urtheil	14
B. Aluminium-Kochgeschirre	14
Grobe praktische Brauchbarkeit	14
Niedriger Schmelzpunkt	14
Geschmack der Speisen und Getränke	15
Schwarzes Anlaufen bei eisenhaltigem Wasser	15
Haltbarkeit und Abnutzung	16
Reinigungsmittel	16
Gesamt-Urtheil	17
Gemeinsame Beurtheilung der Aluminium-Feldflaschen und Kochgeschirre vom sanitären Standpunkte	17
I. Angreifbarkeit des Aluminiums durch Speisen und Getränke	17
Methoden der Untersuchung	17
1. Destillirtes Wasser	19
2. Gewöhnliches Trink- und Gebrauchswasser	21
3. Kochsalzlösungen	22
4. Essigsäure	23
Bildung einer Silicium-Schutzschicht	24
Vergleich mit einem Gefäss von verzinntem Eisenblech	30
Zinnbestimmungen	30

	Seite
5. Cognac und andere Spirituosen	31
6. Wein	31
7. Bier	32
8. Milch	32
9. Kaffee	32
10. Mittagkost (Fleisch und Gemüse).	34
Hauptergebniss aus den Versuchen über die Angreif- barkeit des Aluminiums durch Speisen und Ge- tränke	35
II. Die Frage der Gesundheitsschädlichkeit des Aluminiums . .	36
1. Ungiftigkeit des Aluminiums und seiner Ver- bindungen im Allgemeinen	36
Weit verbreitete technische und therapeutische An- wendung	36
Fast regelmässiges Vorkommen im Trinkwasser . . .	36
Thonerdegehalt Berliner Brunnenwässer	37
2. Methodik der Thierversuche über die Giftwir- kungen der Metalle	38
Lokale Wirkung	39
Allgemeinwirkung als reine Metallwirkung	40
Anforderungen an ein zu Versuchen geeignetes Prä- parat	40
Uebersicht der hauptsächlichsten bisherigen Unter- suchungen über die Wirkung verschiedener Metalle	41
Hauptgesichtspunkte für die Untersuchung	41
a) Höhe der tödtlichen Dosis	41
b) Natur der Giftwirkung, Todesursache	46
c) Schnelle (akute) und langsame (chronische) Gift- wirkung	46
d) Das specielle Vergiftungsbild	46
e) Die Ausscheidung der Metalle	47
f) Die Ablagerung der Metalle in den einzelnen Organen	47
g) Resorption vom Magen-Darmkanal aus	47
Grosse Unterschiede in dieser Beziehung . . .	48
Methodik derartiger Versuche; vorherige Gewöh- nung der Thiere an die angewandten Säuren.	48
3. Die Untersuchungen von Siem über die Wir- kung des Aluminiums	49
Wirkung auf Frösche	49
Wirkung auf Warmblüter	50
Unresorbirbarkeit vom Darmkanal aus	50
Ein sinnumkehrender Druckfehler am Schluss der Siem'schen Arbeit.	51
4. Eigene Thierversuche über die Resorbirbarkeit des Aluminiums	51
Orientirende Versuche über Allgemeinwirkung . . .	51

	Seite
Fütterungsversuche, und als Hauptergebniss derselben in Uebereinstimmung mit Siem die Unresorbirbarkeit der Aluminiumverbindungen vom Magen und Darmkanal aus	52
5. Ernährungsversuch am Menschen	54
Art und Dauer des Versuchs	54
Negativer Ausfall der Untersuchung des Harns der Versuchspersonen auf Aluminium	55
Schluss	55

Anhang. Analytische Daten und Versuchsprotokolle.

A. Metallanalysen	56
Methodik	56
1 Metall der zu den Versuchen benutzten Feldflaschen und Kochgeschirre	57
2. Metall der früher untersuchten Flaschen	57
3. Blechproben einer fremden Firma	57
4. Rein-Aluminium eines Special-Technikers	58
5. Blechsorten mit verschiedenem Reingehalt an Aluminium	58
6. Blechsorten mit steigendem Gehalt an Silicium	58
7. Blech-Sorten einer Nürnberger Firma	59
B. Versuche mit Feldflaschen	59
1. Versuche über das Verhalten verschiedener Getränke bei gewöhnlicher Temperatur, in der Ruhe	59
a. Versuche mit Leitungswasser, Kaffee und $\frac{1}{2}\%$ Essig	59
b. Versuche mit Leitungswasser und Kaffee	60
c. Versuche mit Cognac, Rothwein, Theeaufguss, Citronensäure und Eisencitratlösung	60
2. Vergleichende Versuche über das Verhalten von Leitungswasser, Essig, Cognac, Kaffee, Rothwein, Weisswein, bei gewöhnlicher und erhöhter (Brütschrank-) Temperatur, in der Ruhe und in der Bewegung	62
3. Versuche über die Einwirkung von Essigsäure, Rothwein, Weisswein, Milch, Münchener Bier, hellem Lagerbier und Grätzer Bier auf 4 Sorten von Aluminiumblech	65
4. Versuche über die Abnutzung der Aluminium-Feldflaschen bei Anwendung schärferer Reinigungsmittel	68
a) heisse Sodalösung	68
b) kalte Sodalösung	68
c) kalte verdünnte Salpetersäure	68
d) kalte concentrirte Salpetersäure	69
C. Versuche mit Kochgeschirren	69
1. Uebersicht über die Speise-Kochversuche	69
2. Speise-Kochtabellen	70

VIII

	Seite
3. Kaffeebereitung	76
4. Speck-Bratversuche	76
5. Aluminiumbestimmungen in der Mittagskost . .	77
a) mittelst Bestimmung des Gewichtsverlustes eines mitgekochten Stückes Aluminiumblech	77
I. Periode, 57 Tage	77
II. Periode, 47 Tage	78
III Periode, 68 Tage	78
IV. Periode, 60 Tage	80
b) Direkte Aluminiumbestimmungen in den Speisen. .	82
6. Aluminiumbestimmungen in frisch gekochtem Kaffee	83
mittelst Blechwägungen	84
direkte Bestimmungen	85
7. Aluminiumbestimmungen bei den Essig-Koch- versuchen.	85
8. Kochversuche mit Kochsalzlösung	85
D. Thier-Versuche	86
E. Ernährungsversuch am Menschen	100

Auf Veranlassung des Königlichen Kriegs-Ministeriums hat das hygienisch-chemische Laboratorium im Friedrich-Wilhelms-Institut im Laufe der letzten Jahre sich mit der Frage des Ersatzes der bekanntlich sehr zerbrechlichen und daher für Feld-Verhältnisse nicht besonders geeigneten bisherigen Feldflaschen aus Glas mit Lederumhüllung durch Flaschen aus Metall wiederholt zu beschäftigen gehabt. Im Anschluss an das bekannte Preisausschreiben des Kriegs-Ministeriums wurden von Erfindern und Fabrikanten eine Reihe von Flaschen-Proben und Modellen verschiedener Art aus Blechen von mannigfacher Zusammensetzung, u. a.

aus nickelplattirtem Stahlblech,

„ verzinnem Eisenblech,

„ emaillirtem Eisenblech,

„ vernickeltem und dann verzinnem Stahlblech,

„ Bessemer Stahl, mit Nickel legirt,

„ innen und aussen legirtem Blech, innen hart verzinnt,

„ innen und aussen legirtem Blech, innen weich verzinnt,

„ innen und aussen legirtem Blech, hart verzinnt und versilbert u. a. m.

zur Prüfung eingereicht, die sich indess bei genauer Untersuchung sämmtlich als nicht geeignet erwiesen.

Die ersten Aluminium-Feldflaschen erhielt das Laboratorium im Sommer 1890, doch waren dieselben damals noch nicht aus einem Stück hergestellt, sondern genietet und an den Nietstellen durch einen Kitt gedichtet, der aber der Einwirkung saurer Flüssigkeiten nicht widerstand, die Getränke trübte und ein baldiges Leckwerden der Flasche nicht zu verhindern vermochte.

Wesentlich besser waren die Ergebnisse bei den zuerst im December 1890 zur Prüfung überwiesenen, durch Drücken und Stanzen aus einem Stück hergestellten Aluminium-Feldflaschen,

mit denen nunmehr, nachdem auch die ersten praktischen Trageversuche günstig ausgefallen waren, im Laboratorium nach allen Richtungen hin eingehende Untersuchungen angestellt wurden. Seit Mai 1891 wurde die Prüfung auch auf Aluminium Kochgeschirre ausgedehnt, nachdem auch bei diesen, gleichfalls aus einem Stück hergestellten Gefäßen einige Vorversuche ein zufriedenstellendes Resultat ergeben hatten.

Ein vorläufiger, zur Orientirung für die mit weiteren praktischen Probeversuchen beauftragten Truppentheile bestimmter Bericht des Laboratoriums über die bisherigen Erfahrungen ist im August dieses Jahres in der deutschen militärärztlichen Zeitung, Heft No. 8. 1892, veröffentlicht worden.

Im Nachstehenden sollen die angestellten Versuche ausführlich mitgetheilt werden.

Untersuchungs-Objekte. Plan und Methode der Untersuchung.

Die Feldflaschen waren theils von der Firma Leuchs und Meiser in Nürnberg, theils von der hiesigen Firma Wilhelm Berg, Ritterstrasse, geliefert worden. Von der letzteren Firma wurden auch die Kochgeschirre bezogen.

Die Feldflaschen waren von der üblichen Form und fassten 500 bzw. später 750 ccm, bei einem Gewicht von 100 bzw. 135 g*), mit Filzummhüllung 100 g mehr. Die Kochgeschirre, gleichfalls von der allgemein bekannten Form und Konstruktion, fassten 2½ Liter und wogen durchschnittlich 230 g, mit Deckel und Stiel 300 g. Die Wandstärke betrug bei den Feldflaschen 1—1½ mm, bei den Kochgeschirren gleichfalls 1—1½ mm.

Entsprechend den für die Beurtheilung hauptsächlich in Betracht kommenden 3 Gesichtspunkten hatte die Untersuchung sich zunächst auf die grobe, praktische Brauchbarkeit der Aluminium-Gefäße zu erstrecken, insbesondere auch etwa hervortretende Uebelstände und Mängel näher aufzuklären und Mittel zu deren möglicher Beseitigung aufzusuchen. Erwiesen sich hiernach die Gefäße als im Allgemeinen tauglich, so war vom ökonomischen Gesichtspunkte aus die Frage

*) Die bisherigen Glas-Feldflaschen wiegen mit Lederummhüllung 633 g, mit Trinkbecher aus Blech 823 g; die bisherigen Kochgeschirre 510 g, mit Deckel und Stiel 750 g.

der Haltbarkeit bezw. der Abnutzung, auch des Kostenpunktes, möglichst aufzuklären. Endlich bildete die ärztlich-hygienische Frage der Gesundheitsschädlichkeit oder Unschädlichkeit der Aluminiumgefässe, zumal sich die beiden ersten Fragen ja doch endgültig nur in der Praxis entscheiden lassen, den eigentlichen Kernpunkt der ganzen Untersuchung.

Die Aluminium-Geschirre waren daher zunächst in ausgedehnter, und zwar in einer den Verhältnissen der Wirklichkeit möglichst entsprechenden Weise in praktischen Gebrauch zu nehmen und dabei genau zu beobachten. Für die Feldflaschen kamen hierbei die Füllung mit den üblichen Getränken, Wasser, Kaffee, Thee, Wein, Bier und anderen Spirituosen, Essigwasser, Limonade u. a., ferner das Verhalten bei gewöhnlicher und bei erhöhter Temperatur, endlich ein etwaiger Unterschied zwischen Ruhe und Bewegung (Marschbewegung, nachgeahmt durch einen künstlichen Schüttelapparat) in Betracht; für die Kochgeschirre praktische Koch- und Bratversuche. Dabei war sowohl auf die Beschaffenheit, namentlich den Geschmack und das Aussehen, der im Versuch benutzten Speisen und Getränke, als auch in gleichem Masse auf etwaige Veränderungen der Gefässe selbst zu achten. Geeignete Reinigungsmittel für beide Arten von Gefässen mussten ferner versucht, und ihr Einfluss auf die Haltbarkeit und den Grad der Abnutzung durch vergleichende Gewichtsbestimmung der Gefässe erprobt werden.

Die ärztlich-hygienische Beurtheilung endlich musste sich einerseits auf eine möglichst exakte Ermittlung der in die Speisen und Getränke übergehenden Metallmenge, speciell der durchschnittlich pro Kopf und Tag in Betracht kommenden Mengen stützen, und hatte andererseits die voraussichtlichen Wirkungen dieser Mengen an der Hand der toxikologischen Erfahrung, oder, wo diese nicht ausreichte, auf Grund eigener Versuche, zu veranschlagen. Bei der grossen Bedeutung dieser Frage für die gesammte Armee musste ein direkter Ernährungsversuch am Menschen von vornherein fast unerlässlich erscheinen.

Der gesammte Stoff gliedert sich naturgemäss in die Versuche über Feldflaschen und Kochgeschirre, wenn auch die Versuchsreihen mannigfach in einander übergehen.

Im Nachstehenden sollen zunächst die praktischen und ökonomischen Erfahrungen hinsichtlich der Flaschen und der Koch-

geschirre getrennt für sich besprochen, und daran anschliessend soll alsdann die Zulässigkeit dieser Geschirre vom sanitären Standpunkte im Zusammenhange erörtert werden. Die speciellen analytischen Daten und Versuchsprotokolle sind, um die Uebersicht zu erleichtern, nach Möglichkeit für sich gesondert im Anhange zusammengestellt worden.

A. Aluminium-Feldflaschen.

Das Gesammtergebniss der Untersuchungen lässt sich dahin zusammenfassen, dass weder vom praktischen, noch vom ökonomischen Standpunkte aus wesentliche Bedenken gegen Feldflaschen aus Aluminium vorliegen, und dass vom sanitären Standpunkte die Verwendung derartiger Flaschen ganz unbedenklich erscheint.

Im Einzelnen ist Folgendes zu bemerken:

In Betreff der groben, praktischen Brauchbarkeit fragt es sich zunächst, ob der Geschmack der in Aluminium-Feldflaschen aufbewahrten Getränke irgendwie verändert wird. Das ist nicht der Fall. Weder Wasser, noch Kaffee, noch Essigwasser, Bier, Wein, Cognac und andere Spirituosen, Citronenlimonade u. a. m. lassen eine Geschmacksveränderung, insbesondere nicht einen Beigeschmack nach Aluminiumverbindungen erkennen, und zwar, soweit sie an sich so lange haltbar sind, auch selbst nicht bei wochenlanger Aufbewahrung in der Flasche. Einzelne gegentheilige Beobachtungen, wie sie namentlich bei den vorjährigen Trageversuchen in der Armee vorgekommen sind, beruhen nach den angestellten Ermittlungen auf einer nicht genügend gründlichen Reinigung der Flaschen, bei deren Anfertigung früher eine fettige Füllungsmaße aus Hammeltalg und Schweineschmalz bzw. Rüböl und Schmierseife Verwendung fand. Es leuchtet ein, dass auch die geringsten Rückstände dieser Substanzen, wenn sie nicht sehr sorgfältig entfernt werden, was damals, wie es scheint, nicht in ausreichendem Masse geschehen ist, vorzüglich geeignet sind, den Getränken einen schlechten Beigeschmack zu ertheilen. Thatächlich ist damals auch wiederholt beobachtet worden, dass der fatale Beigeschmack bei fortgesetztem Gebrauch immer schwächer wurde und sich schliesslich ganz verlor.

Während die fehlende Geschmacksveränderung bei den gewöhn-

lichen Getränken und bei kurzdauernder (24stündiger) Aufbewahrung in den Flaschen in hundertfachen, u. a. mit Leitungswasser, Kaffee und $\frac{1}{2}$ proc. Essigsäurelösung mehrere Monate lang fortgesetzten Versuchen, bei denen die Getränke nach 24 stündigem Verweilen in den Flaschen täglich gekostet wurden, über jeden Zweifel erhoben wurde, Versuche, die so einfach sind, dass es einer näheren Schilderung kaum bedarf, mag eine Versuchsreihe von 60 tägiger Dauer noch besonders erwähnt werden, bei der 5 Aluminium-Feldflaschen bis zur Hälfte ihres Rauminhalts mit verschiedenen Getränken, Cognac, Rothwein, 5 proc. Theeaufguss, 2 proc. Citronensäurelösung und 2 proc. Eisencitratlösung gefüllt, gut verkorkt und bei Zimmertemperatur sich selbst überlassen wurden. Nach 2 monatlicher Aufbewahrung zeigte keine dieser Flüssigkeiten einen auffallenden, auf Aluminium zu beziehenden Beigeschmack, obwohl natürlich nach so langer Zeit der Wein kahmig geworden war, die Citronensäure Schimmel angesetzt hatte und der Thee seines Aromas verlustig gegangen war. Einige andere Beobachtungen, zu denen dieser Versuch den Anlass gab, sollen sogleich näher besprochen werden.

Im Uebrigen kommt eine länger dauernde (mehrtägige) Aufbewahrung der Getränke in den Feldflaschen für militärische Verhältnisse im Allgemeinen nicht in Betracht.

Wenn demnach eine Geschmacksveränderung der Getränke in einer sauber gereinigten Aluminium-Feldflasche nicht eintritt, so erleiden doch einzelne Flüssigkeiten in solchen Flaschen anderweitige Veränderungen, die sie zur längeren Aufbewahrung in denselben ungeeignet erscheinen lassen; sie trüben sich und geben zu Fleckenbildung Anlass. Zu diesen gehört namentlich, wie sich alsbald bei den ersten praktischen Trageversuchen in der Armee herausstellte, der Cognac, der schon bei 24stündiger Aufbewahrung in der Flasche, besonders in der Wärme, die Bildung eigenthümlicher schwarzbrauner Flecken im Innern der Flasche bewirkt. Die Natur dieser Flecken war noch aufzuklären. Nach einer von anderer Seite vorgenommenen Untersuchung waren sie als „Roststellen des Metalls“ angesprochen worden. In trockenem Zustande sollten sie sich als sandiges, braunes Pulver leicht gewinnen lassen, das sich bis auf einen geringen Rückstand, meist organischen Ursprungs, leicht in verdünnten Säuren lösen, und dessen löslicher Theil aus:

4,77 pCt. Eisenoxyd und
95,23 „ Aluminiumoxyd

bei völligem Fehlen fremder Metalle, bestehen sollte. Der gegenüber dem geringen Eisengehalt des Flaschen-Metalls (0,8 pCt.) auffallend hohe Eisengehalt der Flecken wurde vermuthungsweise auf einen Eisengehalt der zur Füllung der Flaschen benutzten Flüssigkeiten zurückgeführt.

Zur Entscheidung der noch bestehenden Zweifel sollte hauptsächlich der erwähnte zwei Monate lange Versuch mit 5 verschiedenen Flüssigkeiten dienen; insbesondere war dabei neben Cognac, Rothwein, Thee und Citronensäurelösung, die alle vier vollständig frei von Eisen waren, noch ausdrücklich eine stark eisenhaltige und zugleich saure Flüssigkeit, nämlich eine 2procentige Lösung von Eisencitrat, in Anwendung gezogen worden.

In der That führte dieser Versuch, auf den daher jetzt wieder zurückzukommen ist, eine vollständige Aufklärung, wenn auch in einem anderen als dem erwarteten Sinne, herbei.

Als nämlich nach Ablauf von 2 Monaten die 5 Flaschen entleert und die Flüssigkeiten untersucht wurden, ergab sich Folgendes:

1. Der Cognac erschien getrübt, lehmig. Nach dem Filtriren war er fast wasserhell und hatte somit die übliche, schöne, hellbraune Farbe, die er vorher besessen hatte, fast vollständig verloren. Der Geschmack war, wie erwähnt, unverändert. Die Flasche zeigte in ihrem Inneren drei grosse, braune, erhabene Flecken, von denen vorher keine Spur vorhanden gewesen war. Die Analyse der Asche dieser Flecken ergab neben äusserst geringen Spuren von Eisen nur Thonerde.

2. Der Rothwein war vollständig kahmig geworden; die in einer Glasflasche aufbewahrte Controlprobe desgleichen. Auf dem Grunde fand sich ein dicker Bodensatz. Nach dem Filtriren erwies sich der Wein im Aussehen nicht verändert; der Geschmack war kahmig. Die Flasche selbst zeigte nach vorsichtiger Entfernung des Bodensatzes eine Anzahl kleiner, dunkler Ansätze. Dieselben waren jedoch nicht ganz mit den vom Cognac herrührenden übereinstimmend. Sie waren nicht nur dunkler als diese, sondern auch flacher als die halbkugelförmig gewölbten Cognacflecken. Die Aschenanalyse ergab den gleichen Befund wie bei den Cognacflecken.

3. Der Thee hatte ebenso wie der Wein reichlich sedimentirt,

war sonst wenig verändert. Die Flasche zeigte geringe Ansätze von Fleckenbildungen, ähnlich den Rothweinflecken. Aschenbefund wie oben.

4. Die Citronensäurelösung liess, abgesehen von einigen darauf schwimmenden Pilzkolonien, keine Veränderungen wahrnehmen. Sie war von gleichem Ansehen und Geschmack wie vorher und hatte zu Fleckenbildungen keinen Anlass gegeben.

5. Die Eisencitratlösung war völlig unverändert, klar, ohne Schimmelbildung. Der Eisengehalt der Lösung hatte weder zu- noch abgenommen. Vor allem aber hatten sich im Innern der Flasche Flecken irgend welcher Art nicht gebildet!

Eine Fleckenbildung hatte somit nur bei vorher als eisenfrei ermittelten Flüssigkeiten stattgefunden und war bei der absichtlich stark eisenhaltig gewählten Lösung vollständig unterblieben.

Auf den Eisengehalt war demnach die Entstehung der Flecken nicht zurückzuführen.

Bei der weiteren Untersuchung zeigte es sich nun zunächst, dass die Flecken im Wesentlichen organischer Natur sind. Wenn man nämlich ein Stück mit Flecken besetzten Metalls erhitzt, entweder für sich allein, oder, um die Oxydation zu steigern, mit Ammoniumnitrat, so verschwindet die dunkle Farbe der Flecken und es bleibt nur ein feiner, weisser Rückstand übrig.

Einen weiteren Fingerzeig hatte die oben erwähnte, sehr auffallende Thatsache einer fast völligen Entfärbung des in der Flasche gerade die stärkste Fleckenbildung erzeugenden Cognacs gegeben und zu der naheliegenden Erwägung geführt, ob nicht das Entfärbtwerden mit der Entstehung der Flecken im Zusammenhange stände. Im Anschluss daran, und bei der bekanntlich nicht vollständigen Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gerade gegen organische Säuren drängte sich dann die Frage auf, ob nicht im Cognac eine organische Säure vorhanden sei, die diese Flecken erzeuge. Dem ist in der That so, und zwar ist es die Gerbsäure im Cognac, die, wie weitere Versuche ausser Zweifel stellten, die Fleckenbildung hervorruft.

Der Cognac enthält nämlich, obgleich er als weiniges Destillationsprodukt vollständig oder doch nahezu vollständig flüchtig sein sollte, fast stets eine gewisse Menge nicht flüchtiger Bestandtheile, Extraktstoffe, die er auf ganz naturgemässe Weise durch langjähriges Lagern in Eichenholzfässern aufnimmt. Bei dieser Gelegenheit nimmt der ursprünglich farblose Branntwein auch etwas Farbe an und wird blass-

gelb. Aus diesem Grunde ist es bei den Fabrikanten des künstlichen Cognacs — und die weitaus meisten Handelssorten sind Kunstprodukte — auch vielfach Brauch geworden, ihren fragwürdigen Fabrikaten einen Zusatz von Gallusgerbsäure, Tannin, zu geben, um dem Gemisch dadurch den Charakter eines alten, abgelagerten Cognacs zu verleihen.

Eine Prüfung auf Gerbsäure ergab nun im vorliegenden Falle, dass der ursprünglich zur Verwendung gekommene Cognac, von dem zur Controle eine Probe aufbewahrt worden war, in der That reichliche Mengen Tannin enthielt, während der nach 2 Monaten aus der Aluminiumflasche entnommene **entfärbte** Cognac **keine** Reaktion mehr gab.

Es mussten daher Versuche gemacht werden, um festzustellen, ob die Gerbsäure das Aluminium angreift. Zu dem Ende wurde eine Feldflasche der Einwirkung einer wässerigen Tanninlösung (1 : 1000) zwanzig Stunden lang bei 38° ausgesetzt, und zugleich ein Stück einer Feldflasche, mit derselben Lösung übergossen, bei Zimmertemperatur aufbewahrt. In beiden Fällen trat eine äusserst reichliche Fleckenbildung ein, welche der früher beim Cognac beobachteten vollständig gleichkam. Der Versuch ist seitdem sehr häufig wiederholt worden, auch mit 1‰ Tanninlösungen in Alkohol von verschiedener Stärke, und hat stets das gleiche Resultat ergeben.

Auch wenn man eine Lösung von Natriumaluminat mit Tannin versetzt, entstehen gleichgefärbte Fällungen.

Wenn man solche Flecken, die natürlich nicht zu alt sein dürfen, unter Zusatz einer Spur Essigsäure löst und neutralisirt, so lässt sich mit Eisenchlorid eine dunkle Färbung erhalten.

Die Flecke bestehen demnach aus Aluminiumtannat, und das Aluminium ist als ein äusserst empfindliches Reagens auf Gerbsäure zu betrachten.

Es wurde nunmehr das Verhalten auch anderer als der ursprünglich benutzten Cognacsorten sowie einiger verwandter Spirituosen in gleicher Weise geprüft. Zu diesem Zwecke wurden in einem Schanklokale angekauft:

- 3 Sorten Cognac,
- 2 Sorten Nordhäuser,
- 1 Sorte Kräuterlikör.

1 Sorte Danziger Goldwasser,

1 Sorte Doppelkümmel.

Je 50 ccm dieser Flüssigkeiten wurden in ein Becherglas gethan, in jedes Glas ein aus einer Feldflasche herausgeschnittenes Stück Aluminiumblech gelegt, und die Gläser 48 Stunden lang bei 37° im Brutschrank aufbewahrt. Beim Herausnehmen zeigte sich, dass die beiden besseren (theureren) Cognacsorten dieselbe Fleckenbildung an den Blechen erzeugt hatten, wie der Cognac bei dem früheren Versuche in der Feldflasche. An dem dritten Cognac-Blech waren nur wenige Flecken zu sehen, aber doch deutlich wahrnehmbar. Eine Prüfung auf Gerbsäure ergab auch überall die Anwesenheit derselben, und zwar war sie in den theureren Sorten am reichlichsten vorhanden! Auch die Bleche, welche im Nordhäuser und Kräuterlikör gelegen hatten, zeigten Ansätze von Fleckenbildungen, die jedoch mehr denjenigen in der Rothwein-Feldflasche ähnelten. Im Goldwasser und im Kümmel waren die Bleche dagegen vollständig blank geblieben. Dass also weder der Alkohol, noch die aromatischen Zusätze bei der Fleckenbildung eine Rolle spielen, ging hieraus deutlich genug hervor, ebenso schlagend aber aus einem weiteren Versuche mit dem vorher stark fleckenbildenden Cognac, der, **einer Rectification unterworfen, keine Flecken mehr erzeugte!**

Die Fleckenbildungen durch den Theeaufguss, den Rothwein, Nordhäuser, Kräuterlikör, dürften hiernach auf den Gerbstoffgehalt dieser Flüssigkeiten zurückzuführen sein. Ein weiterer Controlversuch mit Kaffee, ferner ein direkter Versuch mit einem Auszug aus Eichenholz bestätigten dies. Doch ist die Einwirkung der Gerbstoffe geringer und langsamer als die der Gerbsäuren. Mit Gallussäurelösungen angestellte Versuche ergaben dagegen, dass dieser Körper auf Aluminium nicht einwirkt.

Es liegt nun auf der Hand, dass Aluminiumflaschen sich zur längeren Aufbewahrung von stark fleckenbildenden Getränken, wie der Cognac, nicht eignen, da diese Getränke, wenn auch nicht im Geschmack verändert, so doch durch die namentlich bei Schüttelbewegung sich loslösenden Flecken getrübt und hierdurch unappetitlich werden. Die praktische Brauchbarkeit der Feldflaschen für die Armee wird dadurch indess kaum beeinträchtigt, da der Soldat bekanntlich Kaffee oder Wasser, aber keinen Schnaps in seiner Feld-

flasche mit sich führen soll, der vielmehr auf Märschen, wenigstens bei der Infanterie, ausdrücklich verboten ist. Sollte dennoch unter besonderen Umständen einmal eine gewisse Menge derartiger Spirituosen in die Feldflasche hineingerathen, so wird man den erwähnten Uebelstand mit in den Kauf nehmen müssen und dies vielleicht um so eher können, als aller Erfahrung nach die Dauer des Aufenthaltes dieser Getränke in den Flaschen wohl nur so kurz bemessen sein dürfte, dass es zu einer Fleckenbildung oder Trübung der Flüssigkeit nicht kommen wird.

Von sonstigen, Gerbstoffflecken bildenden Getränken kommt vor Allem der Kaffee, das Normalgetränk des marschirenden Soldaten, in Betracht; indess ist hier die Fleckenbildung so unerheblich — bei 24stündiger Aufbewahrung nur 1 bis einzelne stecknadelkopfgrosse Fleckchen —, dass bei dem nur nach wenigen Stunden bemessenen Aufenthalt des Kaffees in der Flasche practische Bedenken um so weniger entstehen, als der Kaffee schon an sich nicht völlig klar ist und seine Appetitlichkeit durch eine derartige unerhebliche Fleckenbildung nicht leidet.

Noch eine andere Art von weisslichen Flecken kommt bei den Aluminium-Feldflaschen in Betracht, die dadurch entstehen, dass man Wasser in einem Aluminiumgefäss längere Zeit ruhig stehen lässt. Zwar ist das Metall gegen Wasser an sich vollkommen widerstandsfähig und dem Rosten bekanntlich nicht ausgesetzt — von destillirtem Wasser wird es selbst bei stundenlangem Kochen nicht angegriffen —; aber schwache Salzlösungen, wie sie in den meisten unserer Trink- und Gebrauchswässer in der Natur vorkommen, rufen bei stunden- und tagelangem Stehen die erwähnte, in der Fachliteratur*) schon wiederholt beschriebene, bisher aber nicht hinreichend erklärte Erscheinung hervor. Die Gebilde haben die grösste Aehnlichkeit mit den Cognacflecken, nur sind sie nicht dunkel gefärbt, sondern gelblich-weiss, und fest und sandig anzufühlen, während die Cognacflecke ein gleichmässiges, lockeres Gefüge besitzen. Auch entstehen die weisslichen Flecken viel langsamer, meist erst nach mehreren Tagen.

Um die Entstehungsweise und Natur dieser Flecken aufzuklären, wurden im Laboratorium zahlreiche und anfangs immer vergebliche Versuche angestellt. Die von anderer Seite gegebene Deu-

*) Gustav Christ, Pharm. Zeitung 1892. No. 11. S. 88. — Ohlmüller und Heise, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheits-Amt 1892. S. 380.

tung derselben als Thonerdeauswüchse (die auch für die Cognacflecken angegeben war), erschien nicht genügend. Bei dem Ausbleiben der Erscheinung im destillirten Wasser war es von vornherein klar, dass einer der im Wasser gelösten Stoffe, vielleicht auch mehrere zusammen, die Ursache der Flecken sein mussten. Es wurden deshalb Lösungen der gewöhnlich im Wasser vorkommenden Salze angefertigt und Stücke von Aluminiumblech in dieselben hineingelegt. Vielfach machte sich eine Einwirkung auf das Aluminium geltend, allein diese bestand immer nur in der Bildung feiner, weisser Niederschläge, die sich am Boden der Gefässe sammelten; zu einer eigentlichen Fleckenbildung kam es nicht. Nur einmal, und zwar mit einer Lösung von Natriumkarbonat 1:1000, gelang es nach 8—14 Tagen einen einzelnen Fleck zu erhalten. Demselben fehlte aber nicht nur die äusserst charakteristische gelbliche Farbe, sondern auch die sandige Beschaffenheit der aus dem natürlichen Wasser (der Berliner Wasserleitung) entstandenen Flecken; auch hatte er auffallend lange Zeit zu seiner Entstehung gebraucht.

Lösungen von freier Kohlensäure sowohl wie von verschiedenen doppeltkohlensauren Salzen blieben ohne Wirkung.

Auch die sogenannte „organische Substanz“ im Wasser wurde in Betracht gezogen. Doch brachten stark verunreinigte Wässer (Spreewasser) die Flecken keineswegs in besonders starkem Masse hervor. Auch mit Lösungen von reiner Huminsäure wurde experimentirt, gleichfalls mit negativem Erfolge.

Ein Versuch mit Kieselsäure, die ja in geringen Mengen im natürlichen Wasser stets vorhanden ist, und deren Verwandtschaft zu Aluminium aus ihren zahlreichen und sehr haltbaren natürlichen Verbindungen mit diesem Metall ja allgemein bekannt ist, führte endlich zum Ziele.

Zum Versuche wurde eine sehr verdünnte und neutralisirte Lösung von Natronwasserglas benutzt. Nach 24 Stunden zeigten sich auf dem in diese Lösung gelegten Aluminiumblech in der That einige kleine Fleckchen, welche sowohl die gelbliche Farbe als die sandige Beschaffenheit der fraglichen Flecken besaßen, nur dass sie kaum halb so gross waren, als jene nach einem gleichen Zeitraum zu sein pflegen. Eine Untersuchung beider Arten von Flecken, der natürlichen sowohl als der künstlich erzeugten, ergab die Anwesenheit von Kieselsäure; in den aus dem Leitungswasser entstandenen

liess sich ausserdem noch die Gegenwart von Kalk und Kohlensäure nachweisen. Eine gleichzeitige Analyse des Berliner Leitungswassers ergab die Anwesenheit von 5 mg Kieselsäure im Liter.

Die Natur der Flecken dürfte demnach so zu erklären sein, dass die runde, kugelförmige Gestalt und gleichsam das Skelett derselben durch die Kieselsäure hervorgerufen wird, während die von den übrigen Bestandtheilen des Wassers, namentlich den Chloriden, Carbonaten, Sulfaten u. s. w. sonst bewirkten geringen Abschlämmungen von Thonerde bei gleichzeitigem Entstehen von Silicاتفlecken mit in diese übergehen und deren Volumen vergrössern.

In praktischer Beziehung könnten diese Flecke von Bedeutung werden, wenn man Wasser in den Feldflaschen etwa 24 Stunden lang oder länger aufbewahren wollte. Alsdann könnte durch die entstehenden leichten Trübungen das Getränk vielleicht unappetitlich werden. In Wirklichkeit wird dieser Fall jedoch kaum vorkommen, zumal die schüttelnde Bewegung auf dem Marsche die Fleckenbildung verhindert. Dagegen wird bei fortgesetzter Benutzung im Innern der Flasche ein Ansatz derartiger weisslicher Flecken sich mit der Zeit dennoch bemerklich machen und ebenso wie die gelegentliche Entstehung der früher erwähnten dunklen Gerbsäureflecken von Zeit zu Zeit eine gründliche Säuberung der Flaschen erfordern.

Das Laboratorium hatte Gelegenheit, mehrere Hundert der im vorigen Jahre in der Armee zu Trageversuchen benutzten Feldflaschen zu besichtigen und zum Theil auch durch Aufschneiden genauer zu untersuchen. Während die grosse Mehrzahl der Flaschen, abgesehen von vereinzelt weisslichen Flecken auf der Innenwand, von tadelloser Beschaffenheit war, zeigten andere stärkere Grade von Verschmutzung durch Ansatz der erwähnten weisslichen oder braunschwarzen Flecken. Der Grund für diese auffallenden Unterschiede wird zum Theil in der Wahl der benutzten (gerbsäurehaltigen?) Getränke, zum grossen Theil aber in der Art der Reinigung zu suchen sein, die in den zuletzt erwähnten Fällen vielleicht gar nicht oder in ungenügender Weise erfolgt ist.

Im Allgemeinen dürfte es genügen, wenn die Flaschen täglich nach dem Gebrauch mit Wasser ausgespült und unverkorkt, um ein Trockenwerden zu begünstigen, mit der Mündung nach unten, zum Ablaufen des Wassers, bei Seite gestellt werden. Zum Zweck

gründlicher Säuberung sind sie nach Bedarf von Zeit zu Zeit mit heissem Wasser und etwas Sand zu reinigen, was nach unseren monatelangen Versuchen mit Flaschen, die mit Kaffee und Leitungswasser gefüllt waren, im Allgemeinen ausreichen wird.

Da indess unbedingte Sauberkeit der Flaschen schon aus sanitären Rücksichten eine unerlässliche Forderung bildet, und höhere Grade von Verschmutzung, wie erwähnt, thatsächlich vorgekommen sind, so hat das Laboratorium Veranlassung gehabt, auch schärfere Reinigungsmittel auf ihre Zulässigkeit zu prüfen. Bei der meist lockeren Art der Flecken könnten solche Mittel, ebenso wie bei den später zu erwähnenden Kochgeschirren, vielleicht ganz entbehrt werden, wenn nicht durch den engen Hals der Flaschen eine mechanische Reinigung des Innern erschwert wäre.

Sollte durch Sand und Wasser allein nicht aller Fleckenansatz zu beseitigen sein, so würde zunächst kochendes Wasser und Sand, demnächst ein Auskochen der ganzen Flasche in siedendem Wasser ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde lang), was die Metallflaschen im Gegensatz zu den bisherigen Flaschen aus Glas ja sehr gut vertragen, mit nachfolgender Spülung mit Sand und Wasser zu versuchen sein. Durch das Auskochen werden namentlich die eingetrockneten braunen Gerbsäureflecken derartig gelockert, dass sie nunmehr mit Sand und Wasser leicht zu entfernen sind.

Wenn in ganz vernachlässigten Fällen auch dies Verfahren nicht zum Ziele führen sollte, so bliebe an schärferen Reinigungsmitteln noch heisse Sodalösung (etwa 10procentig, eine halbe Minute damit zu schütteln) und kalte concentrirte Salpetersäure (die ganze Flasche 5—10 Minuten damit gefüllt zu halten, nöthigen Falls zu wiederholen); letztere erweist sich namentlich gegen die Gerbsäureflecken sehr wirksam, auf die die Sodalösung nur sehr langsam einwirkt. Beide Arten der Reinigung dürften indess nur unter besonderer Aufsicht auszuführen sein, da sie das Material, wenn auch nur unerheblich, angreifen.

Was nun diese zweite, wichtige, ökonomische Seite der Frage betrifft, so ist hervorzuheben, dass sich die Aluminium Feldflaschen bei unseren zahlreichen, viele Monate lang fortgesetzten Versuchen mit Getränken und sonstigen Flüssigkeiten aller Art, auch bei wochenlangem Verweilen im Brütschrank und im Schüttelapparat, als sehr dauerhaft und haltbar bewährt haben, und dass ein Leck-

werden niemals vorgekommen ist. Ob sie in dieser Beziehung, auch mechanischen Insulten gegenüber, den feldmässigen Anforderungen entsprechen, wird sich nur durch praktische Trageversuche entscheiden lassen. Da bei der Weichheit des Materials immerhin die Möglichkeit einer Beschädigung der Flasche durch Stoss oder Schlag spitzer Gegenstände vorliegt, so erscheint es von Wichtigkeit, dass man neuerdings eine Anzahl zuverlässiger Methoden, das Aluminium zu löthen, gefunden hat, was bekanntlich Anfangs nicht recht gelingen wollte.

Eine Abnutzung durch die in die Getränke übergehenden Spuren von Aluminium, deren Mengen weiter unten bei Erörterung ihrer sanitären Bedeutung im Zusammenhang mit der Behandlung der gleichen Frage betreffs der Kochgeschirre noch näher angegeben werden sollen, kommt als ganz minimal für einen etwaigen Aufbrauch des Materials nicht in Betracht.

Ueber den Materialverlust in Folge der verschiedenen Reinigungsmethoden sind im Anhange einige bei unseren Versuchen erhaltene Zahlenangaben zusammen gestellt worden, welche etwaige ökonomische Bedenken nach dieser Richtung hin zu zerstreuen geeignet sind.

Demnach muss das Urtheil über die Aluminiumfeldflaschen nach den im Laboratorium angestellten Versuchen recht günstig lauten. Ihre grossen Vorzüge: Leichtigkeit, Rostfreiheit, Ungiftigkeit gegenüber anderen Metall-Compositionen, Unzerbrechlichkeit*) gegenüber den bisherigen Glasflaschen, liegen auf der Hand. Den erwähnten Mängeln — Bildung schwarz-brauner Flecken durch gerbsäurehaltige Getränke, weisser Flecken durch schwache Salzlösungen, unter Umständen auch durch gewöhnliches Trinkwasser bei längerem Stehen — wird durch eine zweckmässige Behandlung, wenn nöthig, durch eine zeitweise gründliche Reinigung mit heisser Sodalösung, im schlimmsten Falle mit kalter Salpetersäure zu begegnen sein.

B. Aluminium-Kochgeschirre.

In Betreff der groben praktischen Brauchbarkeit der Aluminium-Kochgeschirre hatte Anfangs der niedrige Schmelzpunkt des Metalls (ca. 700°) Bedenken erregt, die insofern nicht unbegründet erschienen, als es bei einem sogleich angestellten Versuche in der That gelang, einen leeren Kochgeschirrdeckel mittelst eines drei-

*) Besonders auch beim Einfüllen heisser Getränke (Kaffee).

fachen Bunsenbrenners innerhalb 15 Minuten durchzuschmelzen. Bei den späteren, viele Monate lang fortgesetzten täglichen Koch- und Bratversuchen ist ein Durchschmelzen in Wirklichkeit aber niemals vorgekommen und dürfte auch in der Praxis nicht zu befürchten sein, sofern nicht geradezu aus Uebermuth die Gefässe leer ins Feuer gestellt werden. In diesem Falle würden jedoch die jetzigen Weissblech-Kochgeschirre durch Abschmelzen der Verzinnung ebenfalls unbrauchbar werden.

Die Kochversuche sind in der Weise angestellt worden, dass seit ungefähr 1½ Jahren mit kurzen Unterbrechungen täglich im Laboratorium eine Mittagsmahlzeit aus Fleisch und Gemüse nach den vorgeschriebenen Friedens- und zeitweise auch Kriegsportionssätzen, und zwar immer in einem Kochgeschirr eine doppelte, für zwei Mann bestimmte Portion bereitet wurde, ausserdem in einem anderen Gefässe eine doppelte Portion Kaffee. Mehrere Monate lang wurde in einem Kochgeschirrdeckel Speck gebraten; letzteres geschah auf einem Holzfeuer, während zur Speise- und Kaffeebereitung Gasbrenner benutzt wurden. Das Nähere ist aus den im Anhang gegebenen Tabellen ersichtlich.

Die Speisen und der Kaffee wurden täglich gekostet und stets ohne Ausnahme wohlschmeckend sowie ohne jeglichen, namentlich nicht metallischen oder zusammenziehenden, Beigeschmack gefunden. Auch im Aussehen zeigten sie sich in keiner Weise von dem Normalen abweichend.

Eine eigenthümliche Erscheinung wurde mehrfach bei längerem Kochen von gewöhnlichem Leitungswasser beobachtet. Vom Boden aus, und zwar von der Stelle, die die Bunsenflamme umspülte, ausgehend, begann die ganze Gefässwand, soweit sie vom Wasser bedeckt war, sich mit einer feinen schwärzlichen Schicht zu überziehen. Bei fortgesetztem Kochen verstärkte sich die Erscheinung jedoch nicht, sondern verschwand langsam wieder, und zwar von der Stelle aus, von der die Bildung ihren Anfang genommen.

Durch besondere Versuche konnte ermittelt werden, dass dieses zeitweise Schwarzanlaufen der Aluminiumgefässe auf einer vorübergehenden Bildung von Eisensulfid beruht, indem die Sulfate des Wassers mit den fast stets vorhandenen Eisenoxydulverbindungen unter dem Einfluss des metallischen Aluminiums eine Umsetzung erleiden, unter Bildung von Schwefeleisen, welches bei länger anhal-

tendem Kochen sich in Eisensulfat umwandelt, womit die Schwärzung natürlich wieder verschwindet. Diese chemisch höchst interessante Erscheinung konnte in der Weise künstlich nachgeahmt werden, dass eine verdünnte Gipslösung unter Zusatz von etwas neutralem Eisenchlorür in einem Aluminiumgefäss zum Sieden erhitzt wurde. Das Aluminium als solches scheint bei dem Process nicht selbst betheilig zu sein und nur die Rolle eines Vermittlers zu spielen. Die gleiche Erscheinung mit denselben Lösungen in anderen Metallgefässen hervorzurufen wollte nicht gelingen.

Die hervorragende Fähigkeit des Aluminiums und einiger seiner Verbindungen, namentlich des Chlorides, chemische Processe, an denen es selbst nicht Theil nimmt, durch seine blosse Gegenwart einzuleiten, ist ja aus der organischen Chemie allgemein bekannt.

Im Uebrigen ist die erwähnte Erscheinung, wie hier gleich bemerkt werden mag, weder in ökonomischer noch in sanitärer Beziehung von Bedeutung, da es sich eben lediglich um Umsetzungen von im Wasser bereits vorhandenen Stoffen handelt, an denen die Gefässwand selbst nicht Theil nimmt. Immerhin könnte das unvermuthete Auftreten einer so auffallenden Erscheinung, wie das Schwarzanlaufen eines Kochgefässes, in praktischer Beziehung vielleicht unbegründete Bedenken erregen, weshalb auf die harmlose Natur des Vorganges hiermit hingewiesen sei. Das Wasser selbst wird dabei weder in seinem Aussehen noch in seinem Geschmack verändert.

Die Reinigung der Kochgefässe bot keine Schwierigkeiten, da das Innere derselben leicht zugänglich ist. Für die Innenseite genügt warmes Wasser, für die (berusste) Aussenseite, Wasser und Sand; doch ist letzterer bei der Weichheit des Metalles im Interesse der Substanzerhaltung mit Vorsicht anzuwenden.

In ökonomischer Beziehung haben sich die Aluminium-Kochgeschirre bei den Versuchen im Laboratorium über Erwarten gut bewährt und fast gar nicht abgenutzt. Während der viele Monate hindurch fortgesetzten Kochversuche, darunter ausser der regelmässigen täglichen Speise- und Kaffeebereitung noch in besonderen Gefässen vielhundertstündiges Kochen mit Wasser, Kochsalzlösung, $\frac{1}{2}$ procentiger und stärkerer Essigsäure, ist ein Undichtwerden oder sonstiges Unbrauchwerden niemals vorgekommen, so dass die Anfangs für zu dünnwandig erachteten Probegefässe auf Grnd der Versuche für hinreichend widerstandsfähig zum praktischen Gebrauch

erklärt werden konnten. Ein schädlicher Einfluss scharfer Putzmittel konnte nicht stattfinden, weil solche, wie schon oben bemerkt, sich als entbehrlich erwiesen und nicht zur Anwendung kamen. Eine Abnutzung durch den geringen Angriff der gekochten Substanzen kommt ebenso wenig wie bei den Feldflaschen in Betracht. Die genaueren Angaben über die beim Kochen in Lösung gehenden Aluminiummengen folgen weiter unten bei Erörterung der Frage der Gesundheitsschädlichkeit, für die sie die Grundlage bilden.

Was nun diesen letzteren, sanitären Gesichtspunkt angeht, so handelt es sich dabei einerseits um die Ermittlung der unter den verschiedenen Verhältnissen in die Speisen und Getränke übergehenden Aluminiummengen, andererseits um die etwaigen gesundheits-schädlichen Wirkungen der Aluminiumverbindungen auf den menschlichen Körper im Allgemeinen und der pro Kopf und Tag mit den Speisen und Getränken zur Aufnahme gelangenden Mengen im Besonderen. Hier liegt, zumal für den ärztlichen Beurtheiler, offenbar der Schwerpunkt der ganzen Frage, und es wird daher erforderlich sein, auf beide Punkte genauer einzugehen.

I. Angreifbarkeit des Aluminiums durch Speisen und Getränke.

Zur Ermittlung der in Lösung gehenden Aluminiummengen stehen im Allgemeinen drei verschiedene Methoden zur Verfügung.

Wo es möglich ist, wird man natürlich immer die unmittelbare gewichtsanalytische Bestimmung in den betreffenden Speisen und Getränken vorziehen und dadurch in der Regel einwandsfreie Resultate erzielen. Indess ist diese Bestimmung, soweit es sich nicht um Lösungen einfacher chemischer Körper, sondern um die so complicirten, aus einem Gemisch der verschiedensten anorganischen und organischen Verbindungen zusammengesetzten menschlichen Nahrungsmittel, also um die Verhältnisse der Praxis handelt, ziemlich umständlich und zeitraubend. Kommen gar laufende Versuchsreihen von Wochen und Monate langer Dauer, auf die es doch in der Praxis gerade ankommt, oder vergleichende Versuche mit Blechserien verschiedener Zusammensetzung in Frage, so häuft sich bald ein solcher Berg von Arbeit an, dass die Methode für diese Zwecke verlassen werden muss.

Einfacher und namentlich für Massenuntersuchungen geeigneter

ist die in der Chemie bei Untersuchungen über die Angreifbarkeit von Metallen meist übliche Methode der Blechwägungen. Ein sorgfältig gereinigtes und gewogenes Stück Blech von bekannter Oberfläche, in unserem Falle also ein aus der Wand der Feldflaschen oder Kochgeschirre herausgeschnittenes Stück, wird eine bestimmte Zeit lang der Einwirkung der zu untersuchenden Flüssigkeit ausgesetzt und darauf nochmals gereinigt und gewogen. Der Gewichtsverlust wird in Rechnung gestellt. Die Prozedur ist ziemlich einfach, um so grösser aber sind die Fehlerquellen, die sich bei der Umrechnung auf ganze Gefässe noch multipliciren. Bei nicht sehr sorgfältiger Reinigung (anhaftende Feuchtigkeit und Schmutz) wird das Gewicht leicht zu gross, bei zu sorgfältiger aber zu klein ausfallen, und dieser Fehler wird sich bei häufig zu wiederholenden (täglichen) Bestimmungen stark summiren und mannigfach combiniren, wodurch die widersprechendsten Resultate entstehen können. Ferner findet bei diesen Versuchen der Angriff zweiseitig, bei den wirklichen Gefässversuchen nur von innen statt. Ob eine einfache Halbierung der erhaltenen Resultate diesen Unterschied wirklich ausgleicht, kann fraglich erscheinen. Einen schwachen Punkt bilden ferner die scharfen Kanten der Bleche; sind sie nicht sehr sorgfältig geglättet, so werden etwaige feine Spitzen, Vorsprünge oder Risse besonders stark angegriffen. Aber wenn man letztere auch möglichst vollständig, z. B. durch Abschmelzen, beseitigt, bleibt der Einfluss, den diese bei den wirklichen Gefässen natürlich nicht vorhandenen Stellen auf den Versuch ausüben, schwer abzuschätzen. Immerhin liefert die Methode, wenn auch nicht genaue absolute, so doch neben gewissen Maximal- bzw. Minimalwerthen namentlich bei grösseren, vergleichenden Untersuchungsreihen, bei denen die Fehler sich zum Theil gegenseitig aufwiegen, doch recht brauchbare Vergleichswerthe, und sie ist bei unseren Versuchen, neben gewichtsanalytischen Bestimmungen, in ausgedehnter Weise zur Anwendung gekommen.

Endlich die dritte Methode, durch Wägung der ganzen Gefässe vor und nach dem Versuch den Gewichtsverlust, und daraus die in den Gefässinhalt übergegangene Metallmenge zu bestimmen, verbot sich wegen der Ungenauigkeit der Milligrammwägungen bei so grossen Objecten, wie die Kochgeschirre, von selbst, zumal auch die Reinigung der berussten Aussenseite, tägliches Scheuern derselben mit Sand und Wasser, einen zu grossen Einfluss auf das Resultat haben musste.

Aber auch die Feldflaschen erschienen für die Anwendung dieser Methode zu gross, und namentlich ihr Inneres einer Controle betreffs jedesmaliger wirklich sorgfältiger Reinigung und Trocknung zu wenig zugänglich, so dass die Gesamtwägungen der Gefässe nur zur Feststellung der groben Abnutzung verwerthet werden konnten.

In Betreff der gewonnenen Resultate bleibt noch Folgendes zu bemerken:

Wenngleich das Ziel derartiger Untersuchungen natürlich auf die Gewinnung ganz bestimmter, in Zahlen anzugebender Werthe gerichtet ist, so werden wir uns doch vielfach mit Durchschnittswerthen, und ausserdem mit der Kenntniss der Grösse der vorkommenden Schwankungen begnügen müssen, weil die Umstände, die auf das Resultat einwirken, äusserst zahlreich sind, und die Ergebnisse daher in jedem Falle verschieden ausfallen können. Es sei nur an den grossen Einfluss der Dauer der Einwirkung erinnert; ferner werden die Unterschiede der Temperatur, der Ruhe oder Bewegung, der grösseren oder geringeren Reinheit des Metalles, der Beschaffenheit der Oberfläche (blank oder matt), vor Allem aber, da es sich für uns doch im Wesentlichen um Nahrungsmittel handelt, die grosse Verschiedenheit in der Zusammensetzung derselben sich in entscheidender Weise bemerkbar machen. Gerade aus diesem letzteren Grunde werden lange Zeit hindurch unter möglichst natürlichen Verhältnissen fortgesetzte Versuchsreihen und daraus abgeleitete Durchschnittswerthe für uns von besonderer Bedeutung sein.

Die Untersuchung wird sich demnach je nach den verschiedenen Substanzen auch verschieden gestalten. Bezüglich der zu berücksichtigenden Temperaturen wird für die Feldflaschen gewöhnliche (Zimmer-) Temperatur und erhöhte Temperatur (Brütschrank), für die Kochgeschirre die Siedehitze in Betracht kommen.

1. Destillirtes Wasser.

Vom Wasser, worunter der Chemiker natürlich nur reines, destillirtes Wasser verstehen kann, da die natürlichen Wässer keine chemischen Individuen, sondern stets wechselnd zusammengesetzte Salzlösungen sind, wird das Aluminium unter gewöhnlichen Umständen nicht angegriffen. Das Metall ist durchaus rostfrei.

Auch bei wochenlanger Berührung mit Wasser, sowohl unter Zu-

tritt als bei Abschluss der Luft, zeigt es keinerlei Veränderung. Selbst gepulvertes oder Blatt-Aluminium werden nicht angegriffen.

In der Siedehitze dagegen wird das fein vertheilte Metall, sei es in Pulver- oder Blattform, vom Wasser langsam oxydirt. Ein 100 qcm grosses Stück Blattaluminium von 0,01 mm Dicke bedarf zu seiner Umwandlung in Hydroxyd etwa eines 3—4stündigen beständigen Kochens.

Nimmt man aber ein Stück compactes Aluminium, also diejenige Form, die für nahezu alle, und speciell für unsere Zwecke allein in Frage kommt, so kann man viele Stunden lang kochen, ohne dass sich auch nur eine Spur einer Einwirkung nachweisen liesse.

Um den genaueren Zeitpunkt des bei weiter fortgesetztem Kochen natürlich endlich doch in Spuren erfolgenden Angriffs zu erfahren, wurden in einem früher schon zu einem anderen Versuch benutzten, sorgfältig gereinigten Aluminiumgefäss 2 Liter destillirten Wassers zum Sieden gebracht und darin erhalten. In Intervallen von je einer Stunde wurden mittelst Pipette 100 ccm aus dem Gefäss entnommen, und diese Menge, ebenso wie von Zeit zu Zeit das verdampfte Wasser, durch neues ersetzt. Die entnommene Probe, mit wenigen Tropfen Salmiakgeist versetzt, wurde in einem Becherglase mehrere Tage der Ruhe überlassen.

Die Probe, welche nach 8stündigem Kochen entnommen worden war, liess die ersten, äusserst geringen Flocken von Thonerdehydrat zu Boden sinken.

Bei einer Wiederholung desselben Versuchs in einem ganz neuen Gefässe fanden sich nach 6stündigem Kochen die ersten Spuren von Aluminium-Hydroxyd.

Um die genaueren Mengen des in Lösung gehenden, später theilweise als Hydroxyd sich wieder ausscheidenden Aluminiums zu erfahren, wurden die Kochversuche noch weiter ausgedehnt, und nach jedem Versuch in der gesammten Wassermenge (2 Liter) das Aluminium quantitativ bestimmt.

Ein 56 Stdn. dauernder Kochversuch	ergab	15.0 mg Al_2O_3	=	7.5 mg im Liter,
- 44 -	-	-	-	9.0 - - = 4.5 - - -
- 24 -	-	-	-	15.0 - - = 7.5 - - -
Ein zweiter 24	-	-	-	5.0 - - = 2.5 - - -

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass in der Siedehitze bei genügend lange fortgesetztem Kochen in der That ein geringer An-

griff des Wassers auf Aluminium stattfindet. Derselbe ist aber von verschwindendem Umfange und erfolgt erst nach einer sehr langen Angriffszeit (6—8 Stunden).

2. Gewöhnliches Trink- und Gebrauchswasser.

Bei der wechselnden Zusammensetzung desselben, und da nicht das Wasser an sich, sondern die in Spuren darin gelösten Mineralsalze für die Einwirkung auf das Aluminium entscheidend sind, lassen sich allgemein gültige Angaben über den Grad der Einwirkung nicht aufstellen.

Die bei unseren, mit Berliner Leitungswasser angestellten Versuchen in den Feldflaschen bei längerem, ruhigen Stehen aufgetretenen eigenthümlichen, weissen Flecke, welche im Wesentlichen der Einwirkung der Kieselsäure unter Mitwirkung einiger anderer Mineralbestandtheile des Wassers zuzuschreiben sind, wurden oben bereits (S. 10, 11) ausführlich erörtert. Um über die hierbei in Betracht kommenden Aluminium-Mengen ein Urtheil zu gewinnen, wurden die im Anhang gemeinsam mit gleichen Versuchen über die Einwirkung von Essig, Kaffee, Cognac, Rothwein und Weisswein näher beschriebenen Untersuchungen angestellt. Eine 750 ccm fassende Aluminium-Feldflasche wurde mit 500 ccm Leitungswasser gefüllt und 8 Stunden damit in Berührung gelassen, und zwar einmal bei Zimmertemperatur und ruhigem Stehen, dann, um die Schüttelbewegung auf dem Marsche künstlich nachzuahmen, in einem im Marschtempo arbeitenden, sehr kräftig funktionirenden Schüttelapparate bei Zimmertemperatur, und zwar gleichfalls 8 Stunden; sodann die gleiche Zeit im Brütschrank bei ruhigem Stehen, und endlich noch im Schüttelapparat bei Brütschranktemperatur. Jeder dieser 4 verschiedenen Versuche wurde 8 mal wiederholt, sodass im Ganzen 32 Versuche gemacht wurden, von denen 3 missglückten. Die übrigen hatten folgendes Ergebniss:

mg Thonerde in 500 ccm Wasser:		Mini-	Maxi-	Mittel:
		mum:	mum:	
Leitungswasser, 8 Stdn. bei Zimmertemperatur in Ruhe:				
	1.7—1.8—1.2—0.7—1.3—3.8—1.2	0.7	— 3.8	1.67
-	8 - bei Zimmertemperatur geschüttelt:			
	1.8—4.8—2.8—2.3—1.3—1.1—0.8—0.8	0.8	— 4.8	1.96
-	8 Stdn. im Brütschrank, in der Ruhe:			
	4.3—2.3—0.5—2.5—1.1—2.5—3.5	0.5	— 4.3	2.31
-	8 Stdn. im Brütschrank, geschüttelt:			
	1.8—2.0—2.5—1.0—0.4—1.3—1.5	0.4	— 2.5	1.70

Die in Betracht kommenden Mengen sind, wie man sieht, nur gering, ebenso die durchschnittlichen Schwankungen. Da das Leitungswasser selbst, bevor es zu dem Versuch benutzt wurde, bereits einen Gehalt von ungefähr 1,0 mg Thonerde im Liter besass, so muss von den obigen Zahlen, da je $\frac{1}{2}$ Liter zum Versuch benutzt wurde, noch je 0,5 mg in Abzug kommen.

Die Bestimmung des Gewichtsverlustes im kochenden Leitungswasser wurde mit den gleichen Bestimmungen für die Speisen verbunden, die weiter unten folgen.

Von den einzelnen mineralischen Bestandtheilen des Wassers wurde nur noch das Kochsalz besonders untersucht.

3. Kochsalzlösungen.

Da bei der Herstellung von Speisen fast stets Kochsalz Verwendung findet, und es bekannt ist, dass Lösungen dieses Salzes auch auf andere Metalle einen Angriff ausüben, oder wenigstens einen solchen verstärken, so wurde die Einwirkung von $\frac{1}{2}$ und 2% Kochsalzlösungen auf Aluminium-Kochgeschirre näher ermittelt, nachdem durch Untersuchung verschiedener, normal gekochter Speisen festgestellt worden war, dass der Salzgehalt sich im Allgemeinen zwischen den angegebenen Grenzen bewegt. Die Dauer des Einzel-Versuchs wurde auf 24 Stunden Kochzeit ausgedehnt. Am Schlusse wurde die Thonerde in der Flüssigkeit direkt gewichtsanalytisch bestimmt.

Es fanden sich:

in 1 Liter	2%	Kochsalzlösung	nach 24stünd. Kochen	25,8 mg	Al_2O_3			
„ 1 „	$\frac{1}{2}$ %	„	„	28,0	„	„	„	„
„ 1 „	2%	„	„	25,0	„	„	„	„

4. Essigsäure.

Ein Versuch mit $\frac{1}{2}$ % Essigsäure in einer Feldflasche, je 8 Stunden bei Zimmer- und Brüt-Temperatur, mit und ohne Schüttelapparat, wobei jeder Einzelversuch 8mal wiederholt wurde, hatte folgendes Ergebniss (5 Versuche missglückten):

mg Thonerde in 500 ccm:	Maxi- mum:	Mini- mum:	Mittel:
$\frac{1}{2}$ % Essigsäure, 8 St. bei Zimmertemperatur, in der Ruhe:			
4.3—2.3—4.2—1.5—5.8—6.8	1.5	— 6.8	3.15

		Mini- mum:	Maxi- mum:	Mittel:
$\frac{1}{2}$ % Essigsäure, 8 St. bei Zimmertemperatur, geschüttelt:	4.8—7.8—5.8—5.5—9.4—10.1	4.8	10.1	7.23
- - 8 - im Brütschrank, in der Ruhe:	9.3—6.2—9.0—21.5—12.3—10.3—24.5—20.8	6.2	24.5	14.24
- Essigsäure, 8 St. im Brütschrank, geschüttelt:	24.0—35.0—21.5—19.0—12.8—26.8—22.9	12.8	35.0	23.14

Die Zahlen sind, wie das nicht anders zu erwarten war, viel höher, als beim blossen Trinkwasser. Bei Anwendung noch stärkerer Concentrationen und bei Siedetemperatur nimmt der Angriff natürlich noch erheblich zu, wie aus folgenden Kochversuchen hervorgeht:

- a) Ein Liter Essig von 6 % Säuregehalt, also stärkster Einmacheessig, hatte nach 24stündigem Kochen in einem Aluminium-Kochgeschirr 0,676 g Aluminiumoxyd, entsprechend 0,360 g des Metalls, zur Lösung gebracht. Aus dem Gewichtsverluste eines mitgekochten Blechs berechnete sich der Verlust des ganzen Geschirres auf 0,355 g Al im Liter, mit den gefundenen 0,360 g sehr gut übereinstimmend. Der starke Angriff liess sich an der rauh gewordenen, gegen den übrigen, unbenutzten Theil des Gefässes scharf abgegrenzten inneren Oberfläche auch schon mit blossen Auge erkennen.
- b) 2 Liter Essig von 4 % Säuregehalt, 6 Stunden gekocht, ergaben pro Liter 0,5375 g Thonerde oder 0,285 g Aluminium; aus dem mitgekochten Blech berechnete sich der Verlust des Gefässes auf 0,315 g Aluminium pro Liter.
- c) In 2 Litern Essig von $\frac{1}{2}$ % Säuregehalt, 6 Stunden gekocht, wurden pro Liter 0,22 g Thonerde oder 0,117 g Aluminium gefunden; aus dem mitgekochten Blech berechneten sich 0,159 g Aluminium pro Liter.

Solche immerhin erheblichen Verluste liessen eine baldige Materialabnutzung befürchten, weshalb die Essig-Kochversuche noch viele Wochen lang fortgesetzt wurden. Dabei bestätigte sich indess jene Voraussetzung nicht; vielmehr ergab sich die wichtige Thatsache, dass eine sehr deutliche und ziemlich rasch fortschreitende Abnahme der in Lösung gehenden Aluminiummengen stattfand.

So fanden sich bei einem Versuch, bei dem 1 Liter $\frac{1}{2}$ %

Essig in einem neuen Aluminium-Kochgeschirr täglich 6 Stunden lang gekocht wurde, folgende Mengen von Thonerde resp. Aluminium in der Flüssigkeit (durch direkte gewichtsanalytische Bestimmung ermittelt):

g im Liter:

1. Tag:	0,1608 g	Al ₂ O ₃	=	0,0857 g	Aluminium
2. "	0,1368	" " "	=	0,0729	" "
3. "	0,1108	" " "	=	0,0590	" "
4. "	0,0916	" " "	=	0,0488	" "
5. "	0,0723	" " "	=	0,0385	" "
6. "	0,0668	" " "	=	0,0356	" "
7. "	0,0363	" " "	=	0,0193	" "
8. "	0,0320	" " "	=	0,0170	" "
9. "	0,0478	" " "	=	0,0255	" "
10. "	0,0478	" " "	=	0,0255	" "
11. "	0,0331	" " "	=	0,0176	" "
12. "	0,0255	" " "	=	0,0136	" "
13. "	0,0308	" " "	=	0,0164	" "
14. "	0,0193	" " "	=	0,0103	" "
15. "	0,0231	" " "	=	0,0123	" "
16. "	0,0479	" " "	=	0,0256	" "
17. "	0,0183	" " "	=	0,0098	" "
18. "	0,0215	" " "	=	0,0115	" "
19. "	0,0275	" " "	=	0,0147	" "
20. "	0,0273	" " "	=	0,0145	" "
21. "	0,0162	" " "	=	0,0086	" "
22. "	0,0205	" " "	=	0,0109	" "
23. "	0,0153	" " "	=	0,0082	" "
24. "	0,0305	" " "	=	0,0163	" "
25. "	0,0303	" " "	=	0,0161	" "

Derselbe Versuch gab aber noch zu einer zweiten, wichtigen Beobachtung Gelegenheit. Denn in gleichem Maasse, wie im Laufe des Versuchs der Angriff der Essigsäure auf das Aluminiumgefäss nachliess, bedeckte sich die Oberfläche des letzteren, soweit sie mit dem Essig in Berührung kam, mit einer zusammenhängenden, glatten, anfangs ganz dünnen, irisirenden, später immer dicker werdenden, hellbraunen und fast wie Emaille aussehenden Haut, die wir offenbar als die Ursache des abnehmenden Angriffs auf das Metall und also als eine Art Schutzschicht anzusehen haben. Wir haben hier demnach ganz

ähnliche Verhältnisse, wie bei den Bleiröhren der Wasserleitungen, die sich, wie allgemein bekannt, allmählig im Innern mit einem Ueberzuge von Bleicarbonat resp. Bleisulfat bedecken, welcher das metallische Blei vor weiteren Angriffen schützt. Nur scheint beim Aluminium der Process sich umgekehrt zu vollziehen, indem nicht die metallischen Oxydationsproducte, sondern die durch Auflösung der oberflächlichsten Aluminiumschicht freigelegten Verunreinigungen des Metalls, nämlich feine Siliciumtheilchen, die Schutzschicht bilden.

Kocht man ein Stück gewöhnliches Aluminium-Blech (mit dem üblichen Gehalt von $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ % Silicium) mit einer starken Säure, z. B. Salzsäure, concentrirter Essigsäure u. s. w., so schwimmt bald das vorher im Aluminium gelöst gewesene Silicium in Gestalt graubrauner Körnchen in der Flüssigkeit umher, und das Metall, von dem immer neue Schichten durch die Säure blossgelegt werden, bleibt so blank wie zuvor.

Setzt man aber durch fortschreitende Verdünnung die Angriffskraft resp. Lösungsgeschwindigkeit der Säure allmählich herab, so kommt man schliesslich zu einem so langsam wirkenden Concentrationsgrade, dass die einzelnen Siliciumtheilchen, welche für sich bekanntlich der stärksten Säure widerstehen, auch aus ihrem Aluminiumlager nicht mehr mit einem Schlage herausgerissen, sondern nur oberflächlich blossgelegt werden, und nun durch ihre Gegenwart, und namentlich, wenn durch ein recht langsames Fortschreiten des Processes der Anschluss an die Nachbarpartikelchen, und dadurch die Entstehung einer zusammenhängenden Schicht ermöglicht wird, der schwachen Säure den Zutritt zu dem darunter liegenden Metall immer mehr versperren.

Ueber die Bildung dieser Schutzschicht, besonders auch über die in praktischer Beziehung von Wichtigkeit erscheinende Frage, auf welche Weise sie etwa künstlich, sei es an den fertigen Gefässen, oder schon gleich an den zur Herstellung der letzteren benutzten Aluminiumplatten, am Besten zu erzeugen sei, wurden im Laboratorium zahlreiche Versuche angestellt, ohne dass bisher ein völlig befriedigendes Resultat erzielt worden wäre.

Die praktische Wichtigkeit eines derartigen, bei der bekannten Resistenz des Siliciums und der Kieselsäure gegen fast alle chemischen Agentien nahezu unangreifbaren Ueberzuges leuchtet ein. Denn nicht nur würde das Uebergehen wenn auch nur geringer Mengen

von Aluminium in die Speisen und Getränke gänzlich aufhören, sondern es würden auch die früher hervorgehobenen kleinen Mängel — Cognac- und Wasserflecken in den Flaschen, gelegentliches Schwarzanlaufen der Kochgeschirre — mit einem Schlage fortfallen, eine Voraussetzung, die sich an einer Anzahl besonders gut gelungener Bleche durch Aufhören des Gewichtsverlustes und Ausbleiben der bekannten Flecken beim Einlegen in Cognac u. s. w. vollauf bestätigt hat.

Die Herstellung einer ganz gleichmässigen und vollständigen Schutzschicht ist aber nicht ganz leicht und uns nur in wenigen, auch vom Zufall begünstigten Fällen, an Blechen von 50 bis 100 qcm Fläche, weniger gut, obwohl dies genau nach der gleichen Methode versucht wurde, an fertigen Kochgeschirren und Feldflaschen gelungen. Der Hauptfehler scheint allerdings in dem nicht immer ganz tadellos gewalzten Metall zu liegen, da einzelne eingewalzte Sandkörnchen, denen man wohl auch das von anderer Seite vereinzelt beobachtete Leckwerden von Feldflaschen verdanken dürfte, ein im Uebrigen noch so gutes Versuchsergebniss stark beeinträchtigen.

Ferner kommt selbstverständlich der Siliciumgehalt der betreffenden Handelsmarken in bedeutendem Masse in Betracht. Eine fast chemisch reine, also sehr wenig Silicium enthaltende Aluminiumsorte kann natürlich auch keine gute Siliciumschicht bilden. So wurde z. B. ein Blech mit 0,05 % Siliciumgehalt mit anderen von dem üblichen, 20—30 mal höheren Procentgehalt zugleich in Behandlung genommen, und während letztere sich mit einer schönen, gleichmässigen Schicht bedeckten, zeigte ersteres auf seiner Oberfläche nur ganz vereinzelt, zerstreutliegende Siliciumtheilchen, so dass es etwa aussah, wie mit Pfeffer bestreut. Für unsere Zwecke werden wir daher ein Aluminium mit etwas erhöhtem Siliciumgehalt einem an sich reineren Metall mit weniger Silicium vorziehen, und von diesem soviel im Aluminium gutheissen, als die Technik zulässt. Das dürften mindestens 0,6 pCt. und höchstens etwa 2 pCt. sein, da bei höherem Kieselgehalt das Metall angeblich zu spröde wird.

Aber auch schon geringe Unterschiede in der Stärke des benutzten Lösungsmittels (Essig) spielen bei dem Zustandekommen der Schutzschicht eine bedeutende Rolle. Nimmt man z. B. 1 % Essigsäure und lässt dieselbe 120—140 Stunden auf Aluminium-Bleche in der Siedehitze einwirken, so erzielt man wohl eine ziemlich dicke, aber keineswegs tadellose Schicht, da eine grosse Anzahl stecknadel-

spitzgrosser Stellen frei bleibt. An diesen nicht geschützten Stellen setzt dann, wenn man den Versuch macht, der Cognac auch noch sehr prompt seine Flecken an. Besser wirkt schon $\frac{1}{2}\%$ Essigsäure, an der, wie oben bemerkt, die ersten gelegentlichen Beobachtungen gemacht wurden. Die besten Resultate giebt aber nach vielfachen Versuchen noch schwächerer, $\frac{1}{4}\%$ Essig. Doch scheinen noch mannigfache andere Einflüsse hierbei zur Geltung zu kommen. So erhielten wir besonders schöne Schichten bei einer Reihe von Blechen verschiedener Zusammensetzung, die bei Gelegenheit eines anderweitigen Versuchs nicht andauernd, sondern nur täglich 6 Stunden in $\frac{1}{2}\%$ Essig gekocht, über Nacht herausgenommen, und täglich zu Wägezwecken geglüht wurden.

Die weitere Verfolgung und Ueberwindung der technischen Schwierigkeiten muss der Industrie überlassen bleiben. Hier seien nur noch die Ergebnisse eines fernerer vergleichenden Kochversuchs mit $\frac{1}{2}\%$ Essigsäure und 3 verschiedenen Aluminium-Gefässen angeführt, von denen 2 vollständig neu und unbenutzt, das dritte aber durch 200stündiges Kochen in $\frac{1}{4}\%$ Essigsäure (in einem grossen emaillirten Blechtopf) mit der soeben erwähnten, in diesem Falle ziemlich wohl gelungenen Siliciumschutzschicht versehen worden war.

Die Kochzeit betrug täglich 6 Stunden, die Menge 2 Liter, die Concentration der Essigsäure, wie schon bemerkt, $\frac{1}{2}$ pCt. Die Thonerde, welche in Lösung gegangen war, wurde stets direkt gewichtsanalytisch bestimmt.

mg Al_2O_3 im Liter:

Kochtag (täglich 6 Stunden)	Kochgeschirr I neu	Kochgeschirr II neu	Kochgeschirr III mit Schutzschicht
1	70.0	100.0	5.3
2	25.0	43.5	2.8
3	28.0	35.5	1.3
4	23.0	33.5	1.6
5	24.6	35.5	1.3
6	39.3	46.0	1.8
7	26.6	37.0	1.7
8	19.5	35.8	1.3

Kochtag (täglich 6 Stunden)	Kochgeschirr I neu	Kochgeschirr II neu	Kochgeschirr III mit Schutzschicht
9	32.5	39.2	3.7
10	38.3	35.2	4.8
11	21.8	22.0	1.5
12	38.3	28.6	2.1
13	17.1	19.3	2.8
14	23.3	39.8	2.1
15	20.4	37.3	0.6

Während bei diesem Versuch der Unterschied sehr in die Augen fällt und der Erfolg nichts zu wünschen übrig lässt, zeigte sich bei einer zugleich mit dem Kochgeschirr präparierten Feldflasche nur im Anfange ein deutlicher Unterschied gegen eine unpräparierte, ganz neue Controlflasche; späterhin näherten sich die Befunde der beiden Flaschen immer mehr einander, wie aus folgender Versuchsreihe hervorgeht. (Die Thonerde wurde wiederum direkt gewichtsanalytisch bestimmt.)

Feldflaschen von W. Berg; Füllung $\frac{1}{2}$ 0/0 Essig.
mg Al_2O_3 in 500 ccm:

V e r s u c h .	Flasche I neu	Flasche II mit Schutzschicht
24 Stunden im Brutschrank	19.1	1.9
24 - - -	24.3	2.8
24 - - Zimmer	19.8	9.8
24 - - -	12.0	8.4
48 - - -	28.2	21.0
24 - - -	10.3	2.2
24 - - -	10.0	6.0
24 - - -	13.1	9.1
24 - - -	11.8	9.8
24 - - -	10.0	10.5
24 - - -	12.0	13.0
24 - - -	19.5	18.0
24 - - -	19.5	18.5
24 - - -	22.0	16.5

Beim Aufschneiden der vorher präparirten Flasche zeigte sich, dass die Schutzschicht im Vergleich mit dem gleichzeitig und mit so gutem Erfolge behandelten Kochgeschirr nur sehr schwach ausgeprägt und, wie es schien, bei der nachfolgenden Behandlung mit dem stärkeren, $\frac{1}{2}\%$ Essig zum Theil wieder verloren gegangen war, wodurch der theilweise Misserfolg sich erklären würde. Jedenfalls scheinen sich fertige Flaschen zur Präparation nicht besonders zu eignen, vielleicht wegen der zu geringen Cirkulation des Kochessigs in ihrem Innern. Ob es möglich ist, Flaschen aus vorher präparirten Platten auf dem Wege der üblichen Fabrikationsweise durch Drücken und Stanzen herzustellen, ohne die Schutzschicht zu verletzen, müsste ein Versuch lehren.

Bei einem grösseren, durch 473 Stunden fortgesetzten Kochversuche mit $\frac{1}{2}\%$ Essigsäure und 7 verschiedenen Aluminiumsorten, deren Zusammensetzung im Anhang mitgetheilt worden ist, wurden mit Hülfe der Blechwägungsmethode folgende Verluste der 100 qcm grossen Bleche festgestellt:

Blech-Verlust, mg Aluminium pro 100 qcm
(G I nur 40, G II 58 qcm):

Bezeichnung der Aluminiumsorten	G I	G II	00	0	1 R	1 L	2 R
Verlust in den ersten 273 Stunden	153.4	504.2	348.5	308.3	358.8	307.3	343.3
Verlust in weiteren 200 Stunden	21.2	26.0	27.2	14.2	33.3	34.4	25.0
Verlust zusammen in 473 Stunden	174.6	530.2	375.7	322.5	392.1	341.7	368.3

mg Aluminium im Liter:

Dies ergibt umgerechnet auf ein ganzes Kochgeschirr der betreffenden Blechsorte, unter Annahme einer tägl. 3 stündigen Kochzeit, folgende Aluminiummengen in einem Liter $\frac{1}{2}\%$ proc. Essig:	1. Periode	7.7	17.2	7.0	6.0	7.0	6.2	6.9
	2. Periode	1.4	1.2	0.7	0.38	0.9	0.9	0.68

Im Bezug auf die Bildung der mehrerwähnten Schutzschicht sei schliesslich noch bemerkt, dass sie, wenn auch wesentlich langsamer, doch auch unter natürlichen Umständen, bei Anwendung der im gewöhnlichen Leben üblichen, das Metall nur schwach angreifenden Flüssigkeiten zu Stande kommt, und dass wir ihr noch mehrfach, bei den Kaffee- und Speiseversuchen, begegnen werden. Im Interesse ihrer Ausbildung und Erhaltung wird sich eine möglichst schonende Behandlung der Gefässe, namentlich des Inneren, jedenfalls empfehlen.

An dieser Stelle sei noch einiger Essigkochversuche gedacht, die mit den bisherigen Feldkochgeschirren aus verzinnem Eisenblech angestellt wurden.

Es standen ein ganz neues, noch unbenutztes und ein älteres, schon vielfach reparirtes Exemplar dieser Geschirre zur Verfügung. Bei dem älteren Geschirr war die Verzinnung schon stark abgeschmolzen oder sonst abgenutzt. In einigen dickeren Löthstellen fand sich bei der Untersuchung ein Bleigehalt von 2 pCt.

Die etwas von den Aluminiumkochversuchen abweichende Versuchsanordnung bestand in 2stündigem Kochen von je zwei Litern $\frac{1}{4}\%$ Essigs. Dabei wurden, durch direkte gewichtsanalytische Bestimmung in den Flüssigkeiten, folgende Zinnmengen gefunden:

mg SnO_2 in 2 Litern.

Versuchstag.	Neues Kochgeschirr.	Altes Kochgeschirr.
1	24.8	17.7
2	39.5	16.5
3	37.7	20.0
4	23.5	} Nach dreimaligem Kochen unbrauch- bar geworden (leck), Versuch ausgesetzt.
5	21.0	
6	14.5	
7	25.0	
8	26.5	
9	27.1	
10	40.0	

Im Durchschnitt täglich beim neuen Gefäss 28 mg., im Durchschnitt täglich beim alten Gefäss 18,1 mg.

Der Versuch dürfte, obschon er nur Bekanntes bestätigt, doch im Vergleich mit den oben beschriebenen Aluminiumversuchen von Interesse sein.

5. Cognac und andere Spirituosen.

Die Entstehung der eigenthümlichen Cognacflecken ist bereits eingehend erläutert und dabei hervorgehoben worden, dass nicht der Alcohol, sondern der Extractgehalt, speciell die im Cognac vorhandene Gerbsäure, die Fleckenbildung verursacht. (S. 7.)

Ein den früher beschriebenen Versuchen mit Trinkwasser und $\frac{1}{2}\%$ Essig analoger Feldflaschenversuch mit Cognac, bei gewöhnlicher und Brüttemperatur, mit und ohne Schüttelbewegung, wobei ebenfalls jeder dieser 4 Versuche 8 Mal wiederholt wurde, ergab folgende Zahlen (9 Versuche missglückten):

mg Thonerde in 500 ccm:				Mini-	Maxi-	Mittel:
				mum:	mum:	
Cognac 8 Stunden bei Zimmertemperatur in der Ruhe:						
			1.3—0.8—3.3—2.8	0.8	3.3	2.05
-	8	-	-	geschüttelt:		
			7.8—19.6—12.0—11.0—9.8—18.4	7.8	19.6	13.1
-	8	-	im Brütschrank in der Ruhe:			
			33.0—29.9—15.0—15.6—30.1—29.1—16.1—24.5	15.0	33.0	24.15
-	8	-	8 Stunden im Brütschrank geschüttelt:			
			38.7—20.6—7.8—10.3—24.2	7.8	38.7	20.32

Die Zahlen verlieren an practischer Bedeutung dadurch, dass einerseits der Cognac nicht literweise genossen wird, und andererseits das Aluminium wegen der Fleckenbildung sich zu Cognacflaschen wenig eignet. Im Uebrigen ist das Nöthige bereits früher bei den Feldflaschen erläutert worden.

6. Wein.

Ein Feldflaschenversuch, analog den früher beschriebenen, wurde mit Rothwein und Weisswein angestellt, und hatte nach 8maliger Wiederholung jedes einzelnen Versuchs (64 Einzelversuche, von denen 2 missglückten) das nachstehende Ergebniss. Der Rothwein besass 0,225 Procent freie Säure (als Weinsäure berechnet) und 8 (Gewichts-) Procent Alcohol, der Weisswein 0,491 Procent Säure und 8,25 Procent Alcohol. Hinsichtlich der stets direct ausgeführten gewichtsanalytischen Aluminiumbestimmung kann auf das im Anhang bezüglich der Methodik Gesagte verwiesen werden.

mg Thonerde in 500 ccm:				Mini-	Maxi-	Mittel:
				mum:	mum:	
Rothwein	8	Stunden	bei Zimmertemperatur in der Ruhe:			
			4.0—4.5—0.0—0.0—1.2—0.0—0.0	0.0	4.5	1.4
-	8	-	- Zimmertemperatur geschüttelt:			
			4.6—6.6—5.5—4.5—0.0—5.4—5.5—0.8	0.0	6.6	4.24
-	8	-	im Brütschrank in der Ruhe:			
			8.4—5.5—4.0—8.1—3.6—0.0—0.0—3.5	0.0	8.4	4.14
-	8	-	im Brütschrank geschüttelt:			
			7.0—14.0—4.1—0.0—2.3—3.7—5.0—11.0	0.0	14.0	4.90
Weisswein	8	Stunden	bei Zimmertemperatur in der Ruhe:			
			4.0—7.6—0.0—0.0—0.0—0.0—1.63—1.0	0.0	7.50	1.77
-	8	-	bei Zimmertemperatur geschüttelt:			
			9.8—11.5—6.0—3.5—0.0—0.0—1.0	0.0	11.5	4.54
-	8	-	im Brütschrank in der Ruhe:			
			11.0—8.7—9.0—4.7—0.0—5.9—8.3—0.0	0.0	11.0	5.95
-	8	-	im Brütschrank geschüttelt:			
			19.0—20.0—0.0—0.0—6.5—9.2—2.5—5.0	0.0	20.0	7.80

Einige weitere mittelst Blechwägung bei zwei verschiedenen Aluminiumsorten erhaltene Resultate sind im Anhang aufgeführt.

7. Bier.

Einige mittelst Blechwägung bei 3 verschiedenen Biersorten und zwei Arten Aluminiumblech ausgeführte Bestimmungen giebt der Anhang. Eingehendere Untersuchungen mit Bier wurden nicht angestellt.

8. Milch.

Einige Bestimmungen mittelst Blechwägungen giebt der Anhang. Von eingehenderen Untersuchungen wurde auch bei der Milch Abstand genommen.

9. Kaffee.

Zu einem Feldflaschenversuch nach Art der mehrfach erwähnten wurde ein Aufguss von 50 g Kaffee auf 2 Liter benutzt, und zwar wurde der letzteren vor dem Einfüllen in die Flasche filtrirt. Jeder der 4 Einzelversuche wurde 8 Mal wiederholt, wovon 1 Versuch missglückt ist.

mg Thonerde in 500 ccm:				Mini-	Maxi-	Mittel:
				mum:	mum:	
Kaffee	8	Stunden	bei Zimmertemperatur in der Ruhe:			
			2.2—0.0—2.0—1.8—0.0—0.0—2.8—1.8	0.0	2.8	1.325
-	8	-	bei Zimmertemperatur geschüttelt:			
			5.5—0.0—1.6—0.4—4.2—0.0—0.0—1.8	0.0	5.5	1.625
-	8	-	im Brütschrank in der Ruhe:			
			2.8—1.5—2.2—1.4—0.0—2.3—0.0	0.0	3.8	1.47
-	8	-	im Brütschrank geschüttelt:			
			1.9—0.0—2.3—0.8—1.7—3.1—1.3—1.3	0.0	3.1	1.55

Dass der Kaffee mehrfach ganz frei von Thonerde gefunden wurde, obwohl das zu seiner Bereitung benutzte Leitungswasser durchschnittlich 1 mg Thonerde im Liter enthielt, somit in das halbe Liter Kaffee ca. 0,5 mg hineingebracht haben musste, lässt sich vielleicht auf die Weise erklären, dass beim Aufbrühen aus dem Gerbstoff des Kaffees und der Thonerde des Wassers eine Aluminium-Gerbstoffverbindung sich bildet, die wegen ihrer Unlöslichkeit in den Kaffeegrund übergeht, sodass man nun den zum Füllen benutzten, filtrirten Kaffee thatsächlich frei von Aluminiumverbindungen findet.

Dass der Kaffee trotz seines Gerbstoffgehalts nur in geringem Masse auf die Flaschen einwirkt, lassen ausser dem Augenschein (beim Besichtigen des Flaschen-Innern) auch die obigen Zahlen erkennen.

Aber nicht bloss die Aufbewahrung und der Transport in Aluminium-Flaschen, sondern auch die Bereitung in Aluminium-Kochgeschirren kommt für den Kaffee in Betracht.

Wie schon bei der Schilderung der Kochversuche erwähnt, wurde während der viele Monate dauernden Periode der täglichen Speisebereitung gleichzeitig in einem besonderen Aluminium-Gefäss auch täglich eine doppelte Portion Kaffee gekocht, und zwar in Nachahmung der Feldverhältnisse in der Weise, dass 2 Liter Wasser in einem Aluminium-Geschirr zum Sieden erhitzt, und in das kochende Wasser 50 g gemahlener Kaffee geschüttet wurden. Nach 5 Minuten langem Aufkochen wurde die Flamme gelöscht und das Gefäss zum Absetzen bei Seite gestellt.

Obwohl die beim Kaffee hauptsächlich zu berücksichtigende Gerbstoffverbindung des Aluminiums unlöslich ist und daher voraussichtlich zum überwiegenden Theile in den Kaffeegrund übergehen wird, somit vom sanitären Standpunkte nur wenig in Betracht kommt, da der Kaffeegrund nicht mitgenossen wird, so wurde doch, um für die quantitativen Verhältnisse einen Anhalt zu gewinnen, in einer grösseren, 81tägigen Versuchsreihe mit Hülfe der Blechwägungen an 5 verschiedenen Aluminiumsorten der eintretende Gewichtsverlust bestimmt, wobei sich durch Umrechnung auf ein ganzes Kochgeschirr der betreffenden Blechsorte (den Inhalt von 2 Litern auf 2 Personen berechnet) pro Mann und Tag folgende Werthe ergaben (ohne Abzug für die lediglich in den Kaffeegrund übergehenden Mengen):

mg Aluminium in 1 Liter Kaffee durchschnittlich pro Tag (und Kopf):

I. Periode (33 Tage):	1.12	1.87	1.21	1.20	1.26
II. Periode (18 Tage):	0.52	1.10	0.26	2.12	3.13
III. Periode (30 Tage):	0.64	0.71	0.90	2.00	1.62
durchschnittlich Gesamtzeit (81 Tage): . . .	0.82	1.26	0.89	1.70	1.81

Die genaueren Zahlenangaben enthält der Anhang.

10. Mittagkost. (Fleisch und Gemüse.)

Eine Uebersicht über die Kochversuche und eine genaue Speise-
tabelle befinden sich im Anhang.

Die erste Kochreihe, bei der täglich 2 vorschriftsmässige sogenannte „kleine Friedensportionen“ bereitet wurden, dauerte vom 22. Juni bis 1. September 1891. Ein während dieser ganzen Zeit mitgekochtes Blech von 100 qcm Grösse (also der doppelten — 200 qcm — Angriffsfläche) hatte dabei in 57 Tagen einen Verlust von 272 mg erlitten, eine in Folge Vernachlässigung mancher erst später berücksichtigter Cautelen jedenfalls erheblich zu hoch gefundene Zahl, wie die weiteren Versuche bewiesen, aus der sich im Uebrigen, durch Umrechnung auf ein ganzes Kochgeschirr und Halbierung dieses Werthes, da ersteres für 2 Mann bestimmt ist, pro Mann und Tag eine mit der Mahlzeit aufgenommene Aluminiummenge von 8,75 mg berechnet.

Die zweite Kochreihe, täglich 2 der bekanntlich sehr reichlich bemessenen sogenannten Kriegsportionen, dauerte vom 10. Oktober bis 26. November 1891, also zusammen 47 Tage.

Der Gewichtsverlust eines mitgekochten neuen Blechs von gleicher Grösse betrug 76 mg; das macht pro Kopf und Mahlzeit 3 mg Aluminium.

Die dritte Kochreihe begann am 22. Februar 1892 und dauerte bis zum 21. Mai 1892, im Ganzen 68 Tage. Es wurden gleichfalls Kriegsportionen bereitet. Bei diesem Versuche wurden 7 Bleche verschiedener Zusammensetzung mitgekocht, die folgende Verluste erlitten (bei 200 qcm Angriffsfläche):

65,9—56,7—45,7—41,2—42,9—40,9—40,4 mg.

Durch entsprechende Umrechnung auf ganze Kochgeschirre der betreffenden Blechsorte erhält man:

mg Aluminium pro Tag und Kopf in der Mittagskost:

I. Periode, 19 Tage:		2.22—1.61—1.80—1.11—1.12—1.36—0.74
II. - 12 -		2.46—1.01—1.28—1.81—1.33—1.43—2.73
III. - 12 -		2.67—3.20—1.46—1.26—1.54—1.20—1.03
IV. - 25 -		0.67—0.88—0.66—0.70—0.92—0.73—0.58
Ganze dritte Kochreihe (68 Tage) durchschnittlich		1.77—1.58—1.23—1.03—1.14—1.10—1.08

Man sieht, wie sich, wenn auch viel langsamer, als beim Essigkochen, allmählich der Einfluss der gebildeten Siliciumschicht bemerkbar macht; denn sämtliche Zahlen der 4. Periode dieses Versuchs sind gegen die drei ersten Perioden ganz bedeutend herabgesetzt.

Die vierte Kochreihe begann am 26. Juni 1892 und dauert heute (15. Oktober 1892) noch fort. Die Speisen wurden diesmal nach Friedens-Menage-Portionen, und zwar nach Rezepten aus dem bekannten Buche von Meinert über Volksernährung, bereitet. Blechwägungen wurden 2 Monate lang, vom 12. Juli bis 12. September 1892, an 2 mitgekochten Blechen ausgeführt. Das Nähere ist im Anhang angegeben.

Die durchschnittliche tägliche Aluminiummenge pro Kopf während dieses Versuchs berechnet sich danach auf 1,11 resp. 0,9 mg, d. i. fast genau so hoch, wie aus den zuletzt angegebenen Versuchen der 3. Periode.

Endlich nach einer Anzahl gleichfalls im Anhang näher angegebener direkter gewichtsanalytischer Aluminiumbestimmungen in ganzen Speise-Tagesportionen stellt sich die mit den Speisen aufgenommene Aluminiummenge pro Tag und Kopf auf 0—0,6—1,2 bis 1,35—2,67 mg, also auf Mengen, die sich mit den auf dem indirekten Wege der Blechwägung gefundenen in genügender Weise decken.

Als **Hauptresultat** aus allen mitgetheilten Versuchen über das Verhalten des **Aluminiums** zu den üblichen **Speisen** und **Getränken** ergibt sich demnach:

- a) dass Aluminium-Koch- und Trinkgefäße zwar von den meisten Speisen und Getränken angegriffen werden;
- b) aber nur in geringem und bei fortgesetztem Gebrauch rasch abnehmendem Maasse;
- c) dass die in Betracht kommenden Aluminiummengen pro Kopf und Tag nur wenige Milligramme betragen.

II. Die Frage der Gesundheitsschädlichkeit des Aluminiums

1. Ungiftigkeit des Aluminiums und seiner Verbindungen im Allgemeinen.

Die Salze der Thonerde finden sowohl in der industriellen Technik als auch in der Heilkunde ausgedehnte Verwendung, ohne dass sie, weder hier noch da, für giftig gälten. So besitzen wir ausgedehnte Erfahrungen über die Verwendung essigsaurer Thonerde bei der Wundbehandlung. Der Alaun selbst wird in grossen Gaben als Heilmittel innerlich gebraucht, im Verhältniss von 10 g auf 1 Liter Milch zur Molkebereitung verwendet und, wie allgemein bekannt, zur direkten Verbesserung des Trinkwassers (0,1—0,2—0,5:1000) empfohlen und vielfach benutzt. Kleine Mengen von Aluminium gehören ferner zu den fast regelmässigen Bestandtheilen des Trinkwassers und werden allgemein und mit Recht für so völlig harmlos gehalten, dass man sich gewöhnlich gar nicht die Mühe giebt, sie zu bestimmen, oder, wo es ausnahmsweise doch geschieht, wenigstens die etwas umständliche Trennung der Thonerde vom Eisen vermeidet und beide gemeinsam bestimmt. In der neueren Literatur fehlt es gradezu, abgesehen von den meist sehr genau analysirten Mineralwässern, an genaueren Angaben über den Thonerdegehalt des Wassers. Es wurde daher im Laboratorium eine Anzahl Berliner Wässer auf ihren Aluminiumgehalt untersucht. Das Resultat ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Als zweckmässigste Methode hat sich nach mehrfachem Probiren die folgende bewährt:

3 Liter Wasser werden unter Zusatz von 50 ccm Salzsäure bis auf ca. 150 ccm eingedampft, der Rückstand wird filtrirt, mit 50 bis 100 ccm heissem Wasser das Filter nachgewaschen und das Filtrat mit Ammoniak gefällt. Der aus Eisen und Thonerde bestehende Niederschlag wird am nächsten Tage abfiltrirt, Filter sammt Niederschlag in eine Glasflasche gethan und der Niederschlag unter tüchtigem Umschütteln in verdünnter Schwefelsäure gelöst (ca. 20 ccm). Die Lösung wird filtrirt und durch Nachwaschen auf 100 ccm gebracht. Von dieser Lösung werden 25 ccm mit Zink versetzt, und darin wird das reducirte Eisen mit Kaliumpermanganatlösung $\frac{n}{100}$ titrirt. Der gefundene Werth, mit 4 multiplicirt, giebt den Eisengehalt in der angewendeten Menge Wasser.

Die gebliebenen 75 ccm obiger Lösung werden wiederum mit Ammoniak gefällt; am nächsten Tage wird der Niederschlag abfiltrirt, ausgewaschen, gegläht und gewogen. Das gefundene Gewicht, mit $\frac{4}{3}$ multiplicirt, giebt das Gewicht von Eisenoxyd + Thonerde in der angewendeten Menge Wasser. Nach Subtraction des schon bestimmten, auf Oxyd umgerechneten Eisengehaltes bleibt der gesuchte Werth als Thonerdegehalt in der ursprünglichen Wassermenge übrig.

Bei Phosphorsäure enthaltenden Wässern müsste natürlich eine entsprechende Abänderung der Methode eintreten; die nachstehend aufgeführten Wässer waren sämmtlich frei davon.

mg Al_2O_3 im Liter:

Bezeichnung des Brunnens etc.	Gefundene Thonerde
erliner Wasserleitung N.W. im Laboratorium	0.90
- - - - -	1.08
- - - - -	0.95
- - - - -	1.37
Spreewasser N.W. (Weidendammer Brücke)	1.15
- - - - -	1.25
Brunnen N W. hinter Bahnhof Friedrichstrasse	12.05
- N.W. vor dem Hause Dorotheenstr. 92	15.26
- N.W. - - - - - 92	0.0
- N.W. - - - - - 85	6.79
- N.W. - - - Friedrichstr. 106	5.70
- N. Chausseestrasse, Ecke der Kesselstrasse	2.32
- N. - - - - - Liesenstrasse	3.20
- N. - - - - -	2.25
- O. vor dem Hause Langestr. 64	13.74
- O. - - - - - Koppenstr. 81	4.88
- S.W. - - - - - Planufer 21	0.31
- S W. - - - - - Blücherstr. 9	2.58
- N. - - - - - Kastanien-Allee 52	3.73
- N. - - - - - Zions-Kirchplatz 4	0.71
- W. - - - Bahnhof Zoologischer Garten	18.46
- W. - - - - - - - - -	10.91
- W. - - - - - - - - -	3.00
Tiefbrunnen N.W. im Admiralsgartenbad	7.30
- N. Chausseestr. No. 86 (Wigankow)	0.20
- N. Ackerstr. No. 96 (Kraft & Knust)	0.0

Mit einer einzigen Ausnahme waren demnach sämtliche Wässer thonerdehaltig und meist in einem solchen Grade, dass bei Versuchen mit Aluminiumgefäßen, wie die vorliegenden, die Zusammensetzung der benutzten Wässer nicht unberücksichtigt bleiben darf. Im Einzelnen scheint der Gehalt beträchtlichen Schwankungen zu unterliegen, doch reicht zu weitergehenden Schlüssen die Zahl der Untersuchungen noch nicht aus.

Die Einwirkung des Aluminiums und seiner Salze auf den thierischen Organismus ist in einer vor 6 Jahren als Dorpater Dissertation veröffentlichten, im Marburger pharmakologischen Institut unter Leitung von Prof. Hans Meyer ausgeführten Arbeit von Siem an der Hand von Thierexperimenten und nach den Methoden der modernen Pharmakologie genauer untersucht worden. Bevor wir auf den Inhalt dieser Arbeit näher eingehen, mögen einige orientirende Bemerkungen über den Sinn und die Methodik derartiger Versuche gestattet sein.

2. Methodik der Thierversuche über die Giftwirkungen der Metalle.

Unsere wissenschaftlichen Kenntnisse über die Giftwirkungen der Metalle haben durch die Forschungen der beiden letzten Decennien eine erhebliche Erweiterung und Vertiefung erfahren. Wir wissen jetzt — hauptsächlich Dank den langjährigen Untersuchungen Schmiedeberg's und seiner Schüler (Harnack, Hans Meyer, Kobert u. a.) und durch die aus den ihrer Leitung unterstellten pharmakologischen Instituten hervorgegangenen, ausgezeichneten Arbeiten — dass jene Körper, abgesehen von gewissen localen Aetzwirkungen, die uns hier nicht interessiren, vom Blute aus, in dem sie an Eiweiss gebunden kreisen, ihre Wirkungen auf die ihrem Einflusse unterworfenen Körperorgane ausüben. Wir haben mit Hülfe wesentlicher Verbesserungen der früher meist ziemlich rohen Methodik gelernt, diese Wirkungen in kürzester Frist und beliebiger Stärke jederzeit hervorzurufen; wir kennen insbesondere auch die Fehlerquellen, die es bei derartigen Untersuchungen zu vermeiden gilt.

Die meisten Metallsalze bringen bei ihrer Einführung in den Körper das Eiweiss der Körperorgane zur Gerinnung, indem eine in

Wasser unlösliche, in einem grossen Ueberschuss einer eiweisshaltigen Flüssigkeit aber meist wieder lösliche (also schliesslich doch wieder resorbirbare) feste Verbindung des Metalls mit dem Eiweiss, ein Metallalbuminat, entsteht. Dabei wird die Säure, an die das Metall gebunden war, in Freiheit gesetzt, sodass sie nun ihrerseits gleichfalls auf das Eiweiss der Körperorgane einwirken kann. So entsteht eine als „Lokalwirkung“ bezeichnete Combination der Wirkungen des Metalloxyds und der Säure auf die Gewebe, welche je nach Art beider, namentlich nach der grösseren oder geringeren Aetzkraft der mit dem Metall verbundenen Säure (Chloride, Nitrate, Sulfate, Acetate, Citrate, Tartrate, Lactate u. s. w.) und je nach der weichen und lockereren (Quecksilber) oder festeren und derberen (Blei), im letzteren Falle die darunter liegenden Gewebe vor weiterer Einwirkung schützenden Art des entstehenden Aetzschorfs, d. i. der sich bildenden Metall-Eiweissverbindung, im Einzelnen verschieden ausfällt.

Ausser diesen, die Heftigkeit der erfolgenden Einwirkung an sich bestimmenden Momenten ist von entscheidendem Einfluss auf den Gesamteffekt dabei natürlich noch die grössere oder geringere Lebenswichtigkeit der gewählten Applicationsstelle, da eine an sich mässige, auf die äussere Haut oder das Unterhautfettgewebe ausgeübt vom Organismus ganz wohl ertragene Reizung doch bei Einwirkung z. B. auf die Schleimhaut des Verdauungskanals heftige Entzündung und den Tod herbeiführen kann.

Wegen dieser mannigfachen Complicationen tritt die Natur der eigentlichen Metallwirkung in dem Krankheitsbilde der lokalen Reizwirkung nicht rein zu Tage, sie kann vielmehr gegenüber dem Einfluss der übrigen Faktoren sogar so sehr zurücktreten, dass einander ähnliche Salze verschiedener Metalle ganz gleiche, verschiedene Salze desselben Metalles aber höchst verschiedene Wirkungen hervorrufen. Aus diesem Grunde pflegt man in neuerer Zeit die Localwirkungen der betreffenden Metallsalze von dem eigentlichen Bilde der Metallvergiftung ganz zu trennen und letztere davon gesondert und in voller Reinheit für sich zu betrachten.

Die Allgemeinwirkung eines Metalls kommt zu Stande, wenn dasselbe, sei es an Eiweiss gebunden, oder in einer anderen, löslichen Form im Blute kreist, und mit diesem überallhin den Körper durchdringend, seinen specifischen Einfluss auf die einzelnen Organe und Elementarbestandtheile des Körpers, auf Digestions-, Circu-

lations-, Urogenital- oder Centralnervensystem, auf Nerven-, Muskel- oder Drüsenelemente entfalten kann.

Von dem wechsellvollen Bilde der Lokalwirkung unterscheiden sich diese Allgemeinerscheinungen durch die Regelmässigkeit und Gleichmässigkeit der Vergiftungssymptome eines und desselben Metalls und durch auffallende, specifische und ganz constante Unterschiede zwischen den verschiedenen Metallen.

Eine Allgemeinwirkung entsteht in der Regel auch bei jeder örtlichen Anwendung im Anschluss an die lokale Aetzwirkung und von den Erscheinungen der letzteren daher auch meist zeitlich getrennt, indem das an der Applicationsstelle gebildete, zunächst unlösliche Metallalbuminat allmählich vom Blute aufgesogen wird. Meist sind aber die hierbei zur Lösung kommenden Metallmengen nur gering und die Allgemeinerscheinungen deshalb wenig ausgesprochen, oft erst nach einiger Zeit durch allmähliche Häufung überhaupt bemerkbar.

Um aber grössere Metallmengen möglichst schnell in das Blut überzuführen und so das Bild der metallischen Allgemeinwirkung in voller Reinheit und beliebigen Stärke hervorrufen zu können, muss man den Metallpräparaten eine Form geben, welche entweder die direkte Einführung in den Kreislauf gestattet oder doch, bei Einspritzung in das Unterhaut-Fettgewebe, eine leichte und schnelle Resorption ohne lokale Reizwirkung gewährleistet. Ein solches Präparat muss daher folgenden, von Harnack*) zuerst genauer formulirten Anforderungen genügen:

1. Es darf ausser dem Metall keine anderen, stark wirkenden Substanzen enthalten.
2. Es muss leicht löslich sein.
3. Es darf weder durch fixe noch durch kohlensaure Alkalien fällbar sein.
4. Es muss gegen Eiweisskörper indifferent sein, darf sie in neutraler oder schwach alkalischer Lösung nicht fällen.

Welche specielle Verbindung bei jedem einzelnen Metall den obigen Bedingungen entspricht, ist je nach der Natur der Metalle verschieden. Meist sind es Metallverbindungen organischer Säuren, weinsaure oder milchsaure Doppelsalze; zum Theil hat man direkt Metallalbuminate verwendet, die mit Hülfe anderer

*) Die Wirkungen des Bleis auf den thierischen Organismus. Archiv für experim. Path. u. Pharmacol. Bd. 9. S. 156.

Salze zur Lösung gebracht worden waren; in einzelnen Fällen nur erwiesen sich auch einfachere Formen als anwendbar.

Nach diesen neueren Gesichtspunkten ist nun im Laufe der letzten Jahre die Mehrzahl der gewöhnlichen Metalle einer näheren Untersuchung unterzogen worden. Die meisten dieser Arbeiten sind im Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie veröffentlicht worden, auf dessen Bände sich auch, sofern nichts anderes vermerkt ist, die Angaben der nachfolgenden chronologischen Uebersicht der wichtigsten Arbeiten beziehen*). In letzterer ist bei jedem Metall ausser dem Autor auch noch die Form des benutzten Präparates angegeben.

Aus dieser umfassenden und, wie man sieht, ganz systematisch angelegten Reihe von Versuchen hat sich nun nicht allein eine feste Methodik in betreff der technischen Ausführung der Einzelheiten jedes Versuchs, sondern auf Grund der gewonnenen, zum Theil ganz überraschenden Resultate und der erlangten Einsicht in die Wirkungsweise der verschiedenen Metallgruppen auch eine ganz typische Art der Fragestellung und Anordnung des Versuchsplans immer mehr ausgebildet, deren nähere Kenntniss zur rechten Würdigung der Versuchsergebnisse unerlässlich ist. Die entscheidenden Wendepunkte müssen daher wenigstens kurz skizzirt werden.

a) Höhe der tödlichen Gabe.

Zunächst handelt es sich bei derartigen Versuchen um die Erzielung einer vollen Metallwirkung, d. h. bis zu einem Grade, über den hinaus, wegen Erlöschens des Lebens, eine Steigerung nicht mehr möglich ist. Als Massstab der Giftigkeit dient dabei die grössere oder geringere Höhe der tödlichen Gabe. Dabei hat sich nun das bemerkenswerthe und in gewissem Sinne stark paradoxe Resultat ergeben, dass **sämmtliche** untersuchten Metalle ohne Ausnahme, wenn sie nur in geeigneter Weise und genügender Menge angewandt werden, **vom Blute aus giftig** wirken können. Allerdings bestehen bedeutende Unterschiede in Bezug auf die erforderliche Metallmenge. Am giftigsten scheinen Uran, Antimon und Kupfer zu sein, am wenigsten giftig Silber, Chrom und Aluminium.

*) S. 42 u. 43.

Bezeichnung des Metalls	Name des Autors	Form der Anwendung	Angabe der Quelle	Jahr
Kupfer	Harnack	Weinsaures Kupferoxyd-Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 3.	1875
-	-	Kupfer-Albuminat, gelöst in kohlensaurem Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 9.	1878
Zink	Harnack	Pyrophosphorsaures Zinkoxyd- Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 3.	1875
Blei	Harnack	Essigsaures Blei-Triäthyl, nachdem sich weder Bleialbuminat, noch eine Doppelverbindung mit Natrium- Hyposulfid als brauchbar erwiesen hatten. Eine Schwierigkeit entstand durch die zunächst eintretende be- sondere Wirkung des organischen Blei-Radikals, die erst allmählich der reinen Bleiwirkung wich.	Arch. exp. Pharm. Bd. 9.	1878
Platin	Kebler	Neutrale oder schwach alkalische Lösung von Natrium-Platinchlorid.	Arch. exp. Pharm. Bd. 9.	1878
Antimon	Soloweitschyk	Weinsaures Antimonoxyd-Natron	Arch. exp. Pharm. Bd. 12.	1880
Zinn	White	Weinsaures Zinnoxidul-Natron oder essigsaures Zinn-Triäthyl; im letz- teren Falle ergab sich eine ähn- liche, ja noch grössere Schwierig- keit, wie oben beim Blei für das analoge Präparat (Bleitriäthyl) an- gegeben.	Arch. exp. Pharm. Bd. 13.	1881
Eisen	Meyer und Williams	Weinsaures Eisenoxyd-Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 13.	1881
-	später Kobert und seine Schüler Damaskin, Kumberg, Busch, Steuder und Anselm		Arch. exp. Pharm. Bd. 16. Arbeiten des phar- makol. Instituts zu Dorpat. Heft VII u. VIII.	1883 1891 1892
Queck- silber	v. Mering	Quecksilber in Verbindung mit Amidosäuren: Asparagin, Alanin, namentlich Glycocoll.	Arch. exp. Pharm. Bd. 13.	1881
.	Hepp	Quecksilber-Aethylverbindungen.	Arch. exp. Pharm. Bd. 23.	1887
Mangan	Kobert	Citronensaures Mangan-Oxydul- Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 16.	1883
.	Cahn	desgl	Arch. exp. Pharm. Bd. 18.	1884
Nickel) Kobalt)	Stuart	Citronensaures Nickeloxydul-Natron. Desgl. Kobalt.	Arch. exp. Pharm. Bd. 18.	1884

Bezeichnung des Metalls	Name des Autors	Form der Anwendung	Angabe der Quelle	Jahr
Wismuth	Meyer und Steinfeld	Weinsaures Wismuthoxyd-Natron.	Arch. exp. Pharm. Bd. 20.	1886
Aluminium) Beryllium)	Siem	Weinsaures oder milchsaures Aluminium-Natrium. Desgl. Beryllium.	Dissertation Dorpat.	1886
Chrom (desgl. Chromsäure)	Pander -	Milchsaures Chromoxyd-Natron. (Kaliumbichromat.)	Arb. Dorp. pharm. Inst. Heft II. -	1888 —
Baryum	Bary	Baryum-Chlorid.	Dissertation Dorpat.	1888
Uran	Woroschilsky	Weinsaures Uranoxyd-Natron.	Arb. Dorp. pharm. Inst. Heft V.	1890
Wolfram	Bernstein- Kohan	Wolframsaures Natron.	Arb. Dorp. pharm. Inst. Heft V.	1890

Von älteren und neueren, theilweise gleichfalls hierhergehörigen Untersuchungen
sind noch zu erwähnen:

Thallium) Cadmium)	Marmé		Henle u. Pfeuffer, Zeitschrift. Göttinger Gesellsch. d. Wissenschaft.	1867 1867
Arsen	Böhm und Unterberger		Arch. exp. Pharm. Bd. 2.	1874
Silber	Bogoslawski		Virchow Arch. Bd. 46.	1869
-	v. Roszahegyi		Arch. exp. Pharm. Bd. 9.	1878
Baryum) Kalium) Magnesium) Calcium) Strontium) Natrium)	Böhm und Mickwitz		Dissertation Dorpat. Arch. exp. Pharm. Bd. 3.	1874 1875
Cer	Wasiljew		Russisch? (citirt nach Pander, hier nicht bekannt).	1882
Rubidium) Cäsium)	Harnack und Dietrich		Arch. exp. Pharm. Bd. 19.	1885
Wismuth	Mory		Dissertation Bern.	1883
Mangan) Wolfram) Molybdän)	Marti		Dissertation Bern.	1883
Kupfer	Meyerhardt		Dissert. Würzburg.	1890
Calcium	Rabuteau und Decoudray		Comptes rendus 10. 2. 73.	1873
-	Franke		Dissert. Würzburg.	1889

Tödliche Dosis in mg bei subcutaner oder intravenöser Anwendung:

Metall	Thierart	pro Thier		pro Kilo Thier		Quelle
		als Oxyd	als Metall	als Oxyd	als Metall	
Silber	Kaninchen		300—3000			v. Roczahegyi l. c.
Chrom	Frosch		10—25		500—3000	Pander l. c.
	Kaninchen				220—1000	
	Hund					
NB. als Chrom- säure!	Frosch		2½		75	
	Meerschweinchen		2 9—26		5—11—32	
	Hund		50—70		12—22	
Aluminium	Thurmfalke		4—6		11—18	Siem l. c.
	Frosch	20—30	12—16		300	
	Kaninchen				250	
Zink	Hund				250—280	Harnack l. c.
	Katze					
Queck- silber	Frosch	2		40		v. Mering l. c.
	Kaninchen	80—90		40—45		
	Hund	100—120		12½		
Queck- silber	Katze					Hepp l. c.
Wolfram (als Wolfram- säure)	Frosch	{ 2	1.8			Bernstein- Kohan l. c.
	Kaninchen	{ 6-10-12-25				
	Hund	{ 40—100				
Baryum	Katze	{ 40—100				Bary l. c.
		{ 100—200	90—180			
Eisen	Frosch		5—10		25	Meyer und Williams l. c.
	Kaninchen				20—50	
	Hund				30—60	
Wismuth	Katze					Meyer und Steinfeld l. c.
Zinn	Frosch	6—25	5—21	22—30	25—35	White l. c.
	Kaninchen			12—18	14—20	

Metall	Thierart	mg pro Thier		mg pro Kilo Thier		Quelle
		als Oxyd	als Metall	als Oxyd	als Metall	
Thallium	Frosch	30—60				Marmé l. c.
	Kaninchen	40—60				
	Hund	150				
Cadmium	Kaninchen	30—60				Marmé l. c.
	Hund	60—90				
Arsen	Kaninchen	30—50	23 35			Aeltere Angaben der Lehrbücher
Blei	Frosch	1 $\frac{1}{4}$		25		Harnack l. c.
	Kaninchen	25		12 $\frac{1}{2}$		
	Hund	44		5—6		
	Katze	31		—		
Platin	Frosch		5			Kebler l. c.
	Kaninchen Hund				10 5—6	
Kobalt	Kaninchen			10—20 (?)		Stuart l. c.
	Hund			10		
Nickel	Frosch	80		1000	800	Stuart l. c.
	Kaninchen			9	7	
	Hund			7	6	
	Katze			10	8	
Mangan	Frosch	3	2			Kobert l. c.
	Kaninchen			6—8	5—6	
	Hund			12—13	10—11	
	Katze			8—9	6—7	
	Meerschweinchen			28—30	21—23	
Beryllium	Frosch	20—28	8—9	8—10	3	Siem l. c.
	Kaninchen					
	Hund } Katze }			4—5	2	
Kupfer	Frosch	$\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ —3		10—15		Harnack l. c.
	Kaninchen	10—12		5—7 $\frac{1}{2}$		
	Hund	25		3		
Antimon	Frosch	2	1.7			Soloweitschyk l. c.
	Kaninchen	5	4			
	Hund	30—50	25—40			
Uran	Frosch		—	660	550	Woroschilsky l. c.
	Kaninchen	26		1	0.83	
	Hund u. Ziege			2	1.66	
	Katze u. Ratte			0.5	0.41	

b) Natur der Giftwirkung; Todesursache.

Weiterhin fragt sich, in welcher Weise die Giftwirkung des Metalls zu Stande kommt und welche lebenswichtigen Organe vorwiegend geschädigt werden. Auch hier zeigen sich die grössten Unterschiede. Einige Metalle, z. B. Kupfer, Zink, Blei, sind ausgeprägte Muskelgifte, lassen aber das Centralnervensystem intact, andere, z. B. Zinn, Nickel, Kobalt, Mangan, verhalten sich umgekehrt. Einige wirken durch Herzlähmung, z. B. Antimon, Mangan, auch die Mehrzahl der übrigen, während Platin, Nickel, Kobalt, Chrom, Eisen, Beryllium, Aluminium, das Herz nicht angreifen.

c) Schnelle (acute) und langsame (chronische) Giftwirkung.

Manche Metalle, z. B. Kupfer, Zink, Arsen, Antimon, Eisen, Mangan, wirken bei Anwendung ausreichender Mengen sofort, innerhalb weniger Minuten bis höchstens Stunden tödtlich; bei anderen, und dazu gehört auch das Aluminium, tritt auch bei noch so hohen, 5—10fach zu starken Gaben eine Wirkung erst nach Tagen ein, so dass es nicht möglich ist, eine eigentliche acute Giftwirkung zu erzielen.

d) Das specielle Vergiftungsbild

zeigt grosse Verschiedenheiten. Bei manchen Metallen ist es durch Erkrankung ganz bestimmter Organe, der Muskulatur, des Darmes, des Herzens, des Gefässnervensystems, sehr eigenartig ausgeprägt, bei anderen wieder verläuft die Erkrankung unter dem Bilde einer fortschreitenden Lähmung, die schliesslich zum allmählichen Versiegen aller Lebensfunctionen führt. Sehr wechselnd sind die auf der Darm-schleimhaut auftretenden Erscheinungen, fast regelmässig aber Reizerscheinungen an den Nieren, besonders stark bei Chrom und Wismuth. Nach Kobert's Vorschlag hat man diese Veränderungen wohl unter der allgemeinen Bezeichnung „Metallniere“ zusammengefasst.

e) Die Ausscheidung der Metalle

erfolgt durch den Darm oder durch die Nieren, und zwar bei ersterem entweder mittelst der Leber durch die Galle, oder unmittelbar durch die Darmschleimhaut. Silber und Chrom werden fast ausschliesslich durch die Nieren, Mangan fast ausschliesslich durch den Darm, Wolfram grösstentheils durch den Darm, die übrigen Metalle auf beiden Wegen ausgeschieden. Genauere Untersuchungen sind noch vielfach wünschenswerth. Dabei rufen einige Metalle, z. B. Mangan, keinerlei Reizerscheinungen an der Ausscheidungsstelle (Darmschleimhaut in diesem Falle) hervor, andere wieder, z. B. Wolfram, sehr heftige Erscheinungen dieser Art, noch andere, z. B. das durch die Nieren und nicht durch den Darm zur Ausscheidung gelangende Chrom trotzdem heftige Darmerscheinungen. Von dem Bilde der Quecksilbervergiftung her sind Stomatitis und ruhrartige Dickdarmentzündung ja jedem Arzte geläufig.

f) Die Ablagerung der Metalle in den einzelnen Organen ist erst für wenige derselben genauer untersucht worden und bedarf meist noch weiterer Aufklärung.

g) Resorption vom Magen-Darmcanal aus.

Auf diesen anfangs weniger beachteten Punkt ist neuerdings mit Recht das grösste Gewicht gelegt worden, nachdem man auch in dieser Hinsicht auf sehr bedeutende Unterschiede in dem Verhalten der verschiedenen Metalle aufmerksam geworden war. Wenn es auch im streng wissenschaftlichen Sinne, zum Zweck des Studiums der Allgemeinwirkungen eines bestimmten Metalls, zunächst gleichgültig erscheint, auf welchem Wege es gelingt, grössere Mengen desselben in die Blutbahn einzuführen, sei es durch Einspritzung in's Blut, in's Unterhautfettgewebe, oder vom Magen aus, so ist es doch schon allein vom ärztlich-therapeutischen Standpunkte aus von der grössten Wichtigkeit, das Verhalten jener Körper bei den verschiedenen Applicationsweisen genauer zu kennen. Vollends für die Beurtheilung der Metallgiftigkeit im hygienischen Sinne kommt natürlich fast ausschliesslich ihr Verhalten bei der Aufnahme mit den Speisen und Getränken in Betracht, und in dem vorliegenden Falle

der Aluminium-Koch- und Trinkgefässe ist dies ja gleichfalls die uns im Grunde genommen einzig und allein interessirende Frage.

Die grossen Unterschiede in dieser Beziehung hat zuerst Kobert in einwandsfreier Weise dargelegt, indem er bei seinen Untersuchungen über das Mangan die völlige Unresorbirbarkeit dieses Metalls von der Magendarmschleimhaut, sofern nur eine Anätzung der letzteren durch eine geeignete Darreichungsform vermieden wird, experimentell nachwies.

Das Gegentheil, nämlich die leichte Resorbirbarkeit vom Magen und Darm aus, war ja von anderen Metallen, wie dem Blei und Quecksilber, seit langer Zeit bekannt.

So bilden die genannten Körper die Repräsentanten zweier einander entgegengesetzter Gruppen, und es fragt sich bei den übrigen Metallen, ob wir sie nach ihrem Verhalten bei der Resorption zu der einen (Mangan-) oder anderen (Quecksilber-Blei-) Gruppe zu rechnen haben.

Auf die Vorsichtsmassregeln, die bei den zur Entscheidung dieser Frage anzustellenden Versuchen zu beobachten sind, hat wiederum Kobert in eindringlicher Weise aufmerksam gemacht (l. c. Bd. 16, S. 378). Sie bestehen vor Allem darin, eine unmittelbare Verletzung der Schleimhaut, sei es auch nur eine zu starke Reizung durch die miteingeführte Citronensäure oder Weinsäure, zu vermeiden und zu diesem Zweck die Thiere vorher an diese Säuren zu gewöhnen. Nur wenn eine vorbereitende Fütterung zeigt, dass die Thiere an Gewicht zunehmen und also das Präparat an sich gut vertragen, kann der Metallversuch beginnen. Zu derartigen Versuchen eignen sich besonders Kaninchen, während Hunde oder Katzen durch Erbrechen die mit der Schlundsonde eingeführten Massen wieder von sich geben, wozu Kaninchen bekanntlich nicht im Stande sind.

So fütterte Kobert ein vorher an Citronensäure gewöhntes Kaninchen 3 Monate lang mit immer steigenden Dosen von citronensaurem Manganoxydul-Natron, und zwar mit der enormen Menge von im Ganzen 15 g MnO , mit der man — bei subcutaner Anwendung — 25 Menschen tödten könnte, ohne dass das Thier auch nur einen einzigen Tag erkrankt wäre, oder die spätere chemische Untersuchung des zuletzt absichtlich getödteten Thieres auch nur eine Spur des Metalls in den Organen ergeben hätte.

Dieser Versuch mit Mangan wurde von Cahn (l. c. Bd. 18. S. 142) wiederholt, allerdings mit geringeren Mengen (0,203—0,350—0,460 g MnO im Ganzen) und nur je 2tägiger Versuchs-

dauer, aber in Bezug auf die Resorption mit dem gleichen negativen Erfolge.

Bei den neueren Untersuchungen ist auf diesen Punkt stets besonders geachtet worden. Dabei hat die Mehrzahl der Metalle ein dem Mangan analoges Verhalten gezeigt, z. B. Nickel und Kobalt, Uran und Wolfram, vielleicht auch Wismuth. Zur Gruppe der leicht resorbirbaren Metalle (Blei-Quecksilber) scheinen ausser Arsen und Antimon auch Chrom und Baryum, in geringerem Grade auch Beryllium zu gehören. Ueber Silber und Platin liegen nur ältere Untersuchungen vor; über Zinn und Kupfer, diese beiden in practisch-hygienischer Beziehung so wichtigen Metalle, wird noch immer lebhaft gestritten. Das Eisen verhält sich im Allgemeinen und mit ganz verschwindenden, erst neuerdings aufgefundenen Ausnahmen wie das Mangan. Das Aluminium endlich ist nach den Versuchen von Siem vom Magen-Darmcanal aus unresorbirbar.

3. Die Versuche von Siem über die Wirkung des Aluminiums.

Die Arbeit wurde unter der sachverständigen Leitung von Professor Hans Meyer in Marburg ausgeführt. Siem bediente sich theils des weinsauren, theils eines schön crystallisirt dargestellten milchsauren Natrium - Aluminiumdoppelsalzes. Bei subcutaner Einspritzung ergab sich die tödliche Dosis:

für Kaninchen auf ca. 300 mg pro Kilo (als Al_2O_3 berechnet)

„ Hunde „ „ 250 „ „ „ „ „ „

„ Katzen „ „ 250—280 mg pro Kilo (als Al_2O_3 berechnet)

also verhältnissmässig hoch. Der Tod trat frühestens nach 1 bis $1\frac{1}{2}$ Wochen ein, selbst bei Anwendung viel höherer, die oben angegebenen um das 4—5fache übersteigender Dosen und bei direkter Einführung in die Gefässe; eine akute Vergiftung liess sich somit nicht erzielen.

Bei Fröschen, für welche 20—30 mg Al_2O_3 die tödtliche Dosis bildeten, erfolgte der Tod nach 10—24 Stunden, zuweilen auch erst später, unter den Erscheinungen einer allgemeinen Paralyse des Centralnervensystems, vermuthlich in Folge direkter Einwirkung des Metalls auf die Ganglien des Hirns und Rückenmarks. Muskeln und periphere Nerven blieben intakt, ebenso das Herz.

Bei Warmblütern verliefen die Erscheinungen viel langsamer. Appetitlosigkeit, starke Abmagerung, Mattigkeit, Theilnahmlosigkeit, schliesslich völlige Empfindungslosigkeit und Lähmung, die unmerklich zum Tode führte, bildeten die hervortretendsten Züge. Bei der Section fanden sich leichte bis mässige Schwellung der Schleimhaut des Magens und Dünndarms, hin und wieder auch kleine Geschwürchen in der Magenschleimhaut, Fettentartung der Leber und hyaline Degeneration der Nierenepithelien.

Es kann danach keinem Zweifel unterliegen, dass das Aluminium, wie alle anderen Metalle, in genügender Menge und zweckmässiger Form angewandt, vom Blute aus Giftwirkungen hervorrufen kann. Im Uebrigen sind aber diese Versuche für uns insofern ohne Interesse, als wir uns hier nicht mit einer Studie über den therapeutischen Werth organischer Aluminium-Präparate bei subcutaner oder intravenöser Applikation, sondern mit der Frage der Gesundheitsschädlichkeit kleiner Aluminiummengen in den Speisen und Getränken zu beschäftigen haben.

Wichtiger ist in dieser Hinsicht, dass die von Siem an Katzen angestellten Fütterungsversuche sämmtlich ein negatives Resultat ergaben. Die durch 4 Wochen hindurch täglich fortgesetzte Darreichung von 0,1 g Al_2O_3 (als weinsaures Natriumdoppelsalz) rief nur in der ersten Zeit starke Durchfälle hervor (ob die Thiere vorher an Natriumtartrat gewöhnt wurden, ist nicht angegeben). Von der zweiten Woche an zeigten dagegen die Thiere wieder vollkommen normales Verhalten. Es liess sich auch im Harn nie Aluminium nachweisen.

Anders verhielt es sich mit dem in der Siem'schen Arbeit gleichfalls abgehandelten Beryllium. Hier gingen die Thiere bei Fütterungsversuchen mit täglichen Gaben von 0,01—0,03—0,05 BeO (als weinsaures Doppelsalz) regelmässig in der zweiten Woche, und zwar unter den gleichen Erscheinungen, wie bei subcutaner Einspritzung, zu Grunde. Siem glaubt daher, da sich bei der Section keinerlei Substanzverlust der Magen-Darmschleimhaut fand, auch das Mittel in Milch stark verdünnt gegeben wurde, für das Beryllium auch bei intakter Schleimhaut, eine geringe Resorptionsfähigkeit vom Magen aus annehmen zu müssen und rechnet es zur ersten, resorptionsfähigen Klasse der Metalle (Quecksilber, Blei), während er für

das Aluminium die Resorptionsfähigkeit verneint und es der zweiten (Mangan u. s. w.) Klasse zuzählt.

Leider ist dieses, die Siem'sche Arbeit schliessende Votum durch einen den Sinn völlig umkehrenden **Druckfehler** arg verunstaltet worden und in dieser Form auch in eine vielbenutzte vergleichende Zusammenstellung der Metalle nach ihrer Giftigkeit bzw. Resorbirbarkeit übergegangen (Pander, Ueber die Wirkungen des Chroms, Arbeiten aus dem pharmakologischen Institut zu Dorpat, II. S. 54), woselbst das Aluminium als „leicht resorbirbar“ an siebenter, das Beryllium als „schwer resorbirbar“ an elfter Stelle figurirt. Auf die Nothwendigkeit der Correctur auch dieser Pander'schen Tabelle sei daher hier kurz hingewiesen.

4. Eigene Thierversuche über die Resorbirbarkeit des Aluminiums.

Nach einigen orientirenden Versuchen über die Aluminiumwirkung bei subcutaner Application, bei denen die Siem'schen Angaben im Wesentlichen bestätigt werden konnten, haben wir zur Entscheidung der uns hauptsächlich interessirenden Frage der Resorbirbarkeit an einer grösseren Anzahl von Thieren längere Zeit hindurch Fütterungsversuche angestellt. Das hierzu benutzte Aluminiumpräparat, Natrium-Aluminiumtartrat, war nach Siem's Vorschrift bereitet worden und kam in einer Lösung von 2% Al_2O_3 -Gehalt zur Anwendung. Ein Theil der Thiere wurde vorher an Weinsäure gewöhnt, ein anderer Theil ohne besondere Vorbereitung in Behandlung genommen. Das Aluminium wurde, theils wie üblich in Milch, theils um die Berechtigung eines gelegentlich von Kobert erhobenen Einwandes zu prüfen, in Bier gelöst, mittelst Schlundsonde den Thieren in den Magen gebracht. Die Thiere wurden genau beobachtet und täglich gewogen. Sie zeigten sämmtlich, auch die nicht vorher an Weinsäure gewöhnten, dauerndes Wohlbefinden und meist beträchtliche Gewichtszunahme, wie aus nachstehender Uebersicht der Fütterungsversuche hervorgeht (die Versuchsthiere 1—10 wurden zu subcutanen und Controlversuchen benutzt):

U e b e r s i c h t d e r

Kaninchen No.:	11	12	13	14	15
Gewicht vor der Gewöhnung an Weinsäure.	1055	937	1243	1100	nicht vorher gewöhnt
Gewicht nach der Gewöhnung an Weinsäure und bei Beginn der Fütterung mit Aluminium.	1290	1040	1435	1280	1427
Einzelgaben, als Al_2O_3 , g.	0.1	0.1—0.2	0.2—0.4	0.1—0.2	0.01
Verdünnungsmittel (Milch oder Bier).	Milch	Milch	Milch	Milch	Milch
Verfütterte Gesamtmenge Al_2O_3 , g.	1.45	5.575	10.95	5.45	0.17
Dauer der Fütterung.	17 Tage	2 Mon.	2 Mon.	2 Mon.	1 Mon.
Endgewicht, g.	1565	1850	1880	1980	1625
Gewichtszunahme während der Fütterung, g.	275	810	445	700	198
Sectionsbefund.	völlig normal	völlig normal	völlig normal	völlig normal	völlig normal
In den inneren Organen gefundene Menge Al_2O_3 , g.	0	0	0	0	0

Fütterungs-Versuche.

16	17	18	19	20	21	22	23
nicht vorher gewöhnnt	nicht vorher gewöhnnt	2135	1075	nicht vorher gewöhnnt	nicht vorher gewöhnnt	1312	nicht vorher gewöhnnt
1835	1790	2380	1120	1420	2235	1455	1617
0.2	0.1	0.2	0.1—0.2	0.2	0.2—0.4	0.1—0.2	0.1—0.2
Milch	Milch	Milch u. Bier	Milch u. Bier	Bier	Milch u. Bier	Milch	Bier
3.81	1.125	1.8	4.05	4.3	7.5	5.575	5.45
1½ Mon.	10 Tage	12 Tage	2 Mon.	1½ Mon.	2½ Mon.	2 Mon.	2 Mon.
2000	1790	2485	1865	1885	2470	2170	2370
165	0	105	745	465	235	675	753
völlig normal	völlig normal	völlig normal	völlig normal	völlig normal	völlig normal	lebt	lebt
0	Nieren 0.0029 Knochen 0.0039 Magen- u. Darmsub- stanz (sorgfältig gereinigt) 0.0019 zusammen 0.0087	0	0	0	Knochen 0.002	—	—

Nach fast 3monatlicher Versuchsdauer wurden sämtliche Thiere bis auf 2 getödtet; die Section ergab bei allen völlig normalen Befund. Die Organe (Milz, Nieren, Leber, Muskelfleisch, Knochen, Gehirn, Darm, Darminhalt) wurden einzeln chemisch auf Aluminium untersucht und in 9 Fällen völlig frei davon gefunden; in 2 Fällen waren Spuren von Aluminium vorhanden, und zwar in dem einen Falle 2 mg in den Knochen, in dem anderen Falle 2,9 mg in den Nieren, 3,9 mg in den Knochen und 1,9 mg in der Substanz des (leeren und sorgfältig gesäuberten) Magen-Darmkanals. In beiden Fällen handelte es sich um Thiere, die absichtlich, des Vergleichs wegen, vor Beginn des Versuchs nicht an Weinsäure gewöhnt worden waren, also um Ausnahmen, welche die Regel bestätigen.

Dieser mit den Siem'schen Resultaten in völligem Einklange stehende Fütterungsversuch, dessen Einzelheiten aus dem Anhang ersichtlich sind, dürfte nach der Höhe der angewandten Gaben, der Anzahl der Thiere und der Dauer der Fütterung wohl geeignet sein, etwaige Bedenken hinsichtlich der Resorbirbarkeit organischer Aluminiumverbindungen vom Darmkanal aus zu zerstreuen.

5. Ernährungsversuch an Menschen.

Um jedoch dem Einwande zu begegnen, dass ein Thierversuch nicht ohne Weiteres auf menschliche Verhältnisse übertragbar, also die Möglichkeit schädlicher Folgen beim Menschen dennoch nicht ausgeschlossen sei, wurde im Laboratorium mit den oben beschriebenen Kochversuchen von vornherein ein nunmehr fast 1½ Jahre währender Ernährungsversuch am Menschen verbunden, indem die beiden Laboratoriumsdienner die sämtlichen in den Aluminiumgeschirren bereiteten bzw. aufbewahrten Speisen und Getränke — täglich Fleisch, Gemüse und Kaffee, in 2 vorschriftsmässigen Friedens bzw. zeitweise auch Kriegsportionen, längere Zeit hindurch auch gebratenen Speck — regelmässig alsbald nach der Bereitung verzehrt haben. Hierbei ist zu keiner Zeit irgend eine üble Folge hervorgetreten. Die beiden Leute haben sich bis heute völlig wohl und normal befunden und haben, namentlich in der Zeit der bekanntlich sehr reichlich bemessenen Kriegsportionen, an Körperumfang und Gewicht sichtlich zugenommen. Wiederholt wurde versucht, in

ihrem Harn Aluminium nachzuweisen (10 Liter Urin unter allmähligem Nachfüllen in einer mittelgrossen Porzellanschale unter reichlichem Zusatz von Schwefelsäure zur Trockne verdampft und portionsweise, wie bei Untersuchung der Thierorgane im Anhang angegeben, geschmolzen), doch stets, ebenso wie bei Untersuchung auf Eiweiss, mit negativem Erfolge.

Dieses Resultat erscheint bei der langen Dauer und der den Verhältnissen der Wirklichkeit möglichst angepassten Art des Versuches gleichfalls wohl geeignet, etwaigen Bedenken im Betreff einer besonderen Empfänglichkeit des Menschen gegen die kleinen Mengen von Thonerde, welche aus Aluminium-Gefässen in die Speisen und Getränke übergehen, entgegen zu treten und überhaupt die sogenannte Giftigkeit des metallischen Aluminiums in das rechte Licht zu setzen.

Das **Gesamtergebniss** unserer Untersuchungen in **sanitärer Hinsicht** lässt sich somit dahin zusammenfassen, dass **Bedenken** gegen die Verwendung von Trink- und Kochgeschirren aus Aluminium **nicht bestehen**. Ob die den letzteren anhaftenden kleinen praktischen Mängel durch ihre anderweitigen grossen Vorzüge aufgewogen werden, und ob und in welchem Maasse Aluminiumgeschirre demnach geeignet sind, die bisherigen, aus anderem Material gefertigten Koch- und Trinkgefässe, speciell für militärische Verhältnisse, zu ersetzen, müssen die noch fortzusetzenden Trageversuche und überhaupt die weitere praktische Erfahrung lehren.

Die Entscheidung dieser Frage darf der Verwaltung überlassen bleiben.

An den zahlreichen, in der vorstehenden Arbeit enthaltenen Aluminiumbestimmungen haben im Vorjahre die Militärapothecker Diehl und Bock, im laufenden Jahre die Militärapothecker Falke, Kunze und Brückner theilgenommen.

Anhang.

Analytische Daten und Versuchsprotokolle.

A. Metallanalysen.

Die Zusammensetzung der Aluminiumbleche wurde in folgender Weise ermittelt:

Nachdem durch qualitative Analyse die Abwesenheit von Schwermetallen, mit Ausnahme des Eisens, festgestellt worden war, geschah die Bestimmung des Siliciums und des Eisens in zwei Proben.

Für die Bestimmung des Siliciums wurden 2—2,5 g Substanz in Salzsäure gelöst, die Lösung zur staubigen Trockne verdampft, mit Salzsäure gelöst und noch einmal zur Trockne gebracht. Alsdann wurde der Rückstand mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen und filtrirt. Das auf dem Filter befindliche Gemisch von Kieselsäure und Silicium wurde bis zum Verschwinden der Chlorreaction ausgewaschen, dann mit Ammoniumnitrat geschmolzen und bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Der aus Kieselsäureanhydrid bestehende Rückstand wurde gewogen und auf Silicium umgerechnet.

Zur Bestimmung des Eisens wurden 0,5—1 g Metall in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt, Zink dazu gegeben und solange Wasserstoff entwickelt, bis kein Eisenoxysalz mehr zugegen war, was daran erkannt wurde, dass ein herausgenommener Tropfen mit Kaliumsulfocyanatlösung sich nicht mehr röthete. Alsdann wurde schnell ein aliquoter Theil der Flüssigkeit durch Glaswolle filtrirt und mit Kaliumpermanganatlösung

$\frac{n}{100}$, titirt. Durch Subtraction der gefundenen Eisen- und Siliciummengen von 100 wurde der procentische Reingehalt an Aluminium ermittelt.

Die erhaltenen Resultate sind folgende:

1. Die bei den Versuchen benutzten Feldflaschen und Kochgeschirre:

Untersuchungsobjekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Metall der Flaschen von Leuchs und Meiser, Nürnberg	0.20	0.46	99.34
Metall der Flaschen von W. Berg, Berlin	0.19	0.75	99.06
Metall der Kochgeschirre von W. Berg, Berlin	0.81	0.15	99.04

Demnach erwies sich das Material sowohl der Flaschen als der Kochgeschirre als ein ziemlich reines Handels-Aluminium mit nur geringen Verunreinigungen von Eisen und Silicium.

2. Aehnliche Resultate waren bei den zu Anfang dieser Arbeit erwähnten früheren Untersuchungen von Feldflaschen im Laboratorium im Sommer und Herbst 1890 erzielt worden:

Untersuchungsobjekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Feldflaschen der Bayrischen Kunstgewerbeanstalt in Nürnberg	0.28	1.07	98.65
Feldflaschen der Firma Leuchs und Meiser in Nürnberg	0.18	0.96	98.86
Desgl., spätere Probe	0.80	1.17	98.03

3. Wesentlich schlechter war eine von einer (anscheinend an der Beibehaltung der bisherigen Kochgeschirre geschäftlich interessirten) Firma in Begleitung eines ziemlich absprechenden chemischen Gutachtens eingereichte Blechprobe:

Untersuchungsobjekt.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Blechprobe einer fremden Firma.....	2.5	0.8	96.7

4. Von vorzüglicher chemischer Reinheit, aber, wie es scheint, in grösserer Menge und zu annehmbarem Preise technisch nicht herstellbar, waren zwei von einem Specialtechniker zur Prüfung eingereichte Proben, die jedoch nur aus zwei kleinen, dünnen, schlecht gewalzten Blechen von etwa Handgrösse bestanden:

Untersuchungsobjekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Blechproben von einem Techniker eingesandt, I. Qualität	0.111	0.051	99.838
desgl. II. -	0.214	0.282	99.504

5. Von der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft in Berlin eingesandte Proben, mit denen Versuche angestellt wurden, ob die Angreifbarkeit des Aluminiums mit steigendem Procentsatz an Reinaluminium ab- oder zunehme, zeigten folgende Zusammensetzung:

Untersuchungsobjekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft No. 00	0.160	0.247	99.593
desgl. No. 0	0.130	0.870	99.000
desgl. No. 1 R	0.166	0.234	99.600
desgl. No. 1 L	0.175	0.920	98.905
desgl. No. 2 R	0.239	0.328	99.433

6. Eine zu gleichem Zwecke dem Laboratorium auf Wunsch von der Neuhauser Aluminiumfabrik gelieferte Reihe von Aluminiumblechen hatte folgende Zusammensetzung:

Untersuchungsobjekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Aluminiumplatte, gezeichnet I	0.19	0.56	99.25
- - II	0.20	0.93	98.87
- - III	0.46	1.09	98.45
- - IV	0.10	1.29	98.61
- - V	0.30	1.93	97.77

7. Endlich stand noch eine von der Nürnberger Blattsilber- und Blattaluminiumfabrik von Joh. Conr. Rhau bezogene Blechserie zur Verfügung:

Untersuchungs- objekte.	Eisen.	Silicium.	Aluminium.
Platte a	0.39	0.46	99.15
- b	0.42	0.30	99.28
- c	0.54	2.31	97.15
- d	0.44	0.72	98.84
- e	0.34	0.94	98.72
- f	0.31	0.78	98.91
- g	0.35	1.07	98.38
- h	0.27	0.94	98.79
- i	0.26	2.13	97.61
- k	0.33	0.69	98.98

B. Versuche mit Feldflaschen.

1. Versuche über das Verhalten verschiedener Getränke in Aluminium-Feldflaschen bei gewöhnlicher Temperatur in der Ruhe.

a. Versuch mit Leitungswasser, Kaffee ($2\frac{1}{2}\%$)
und Essig ($\frac{1}{2}\%$).

Flaschen von Wilhelm Berg. Die Flaschen wurden täglich mit je 750 ccm des betreffenden Getränks gefüllt, nach 24 Stunden entleert, die Flüssigkeiten gekostet, die Flaschen mit Wasser, zuweilen mit heissem Wasser und Sand, einige Male auch mit Sodalösung gereinigt, dann wieder neu gefüllt.

Dauer des Versuchs 6 Wochen. Leitungswasser und Kaffee riefen minimale Fleckenbildung hervor, die beim Essig fehlte. Abnormer Geschmack wurde niemals bemerkt. Die Gewichte der Flaschen waren folgende:

Inhalt der Flaschen.	Gewicht vor dem Versuch g	Gewicht nach dem Versuch g	Verlust g	Verlust %
Wasser	133.79	133.65	0.14	0.105
Kaffee	134.77	134.55	0.22	0.156
$\frac{1}{2}\%$ Essig	134.35	133.80	0.55	0.411

b. Versuch mit Leitungswasser und Kaffee ($2\frac{1}{2}\%$).

Flaschen von Wilhelm Berg. Die Flaschen wurden täglich mit 750 ccm gefüllt, die Flüssigkeit 6 Stunden darin gelassen, dann entleert und geschmeckt, die Flaschen gründlich gereinigt und über Nacht leer bei Seite gestellt, am andern Morgen wieder frisch gefüllt u. s. f. Die Reinigung geschah bei der Wasserflasche mit warmer Sodalösung, bei der Kaffee flasche mit heissem Wasser und Sand; in beiden Fällen wurde $\frac{3}{4}$ Minuten lang kräftig geschüttelt.

Dauer des Versuchs 4 Monate. Das Resultat war wie oben bei Versuch a.

Bezeichnung.	Gewicht vor dem Versuch g	Gewicht nach 4 Monaten g	Verlust g	Verlust %
Wasserflasche, täglich mit Sodalösung ge- reinigt	142.50	141.60	0.9	0.63
Kaffee flasche, täglich mit Sand und Wasser gereinigt	144.12	144.07	0.05	0.048

c. Versuch mit Cognac, Rothwein, Theeaufguss (5%),
Citronensäure (2%) und Eisencitratlösung (2%).

Flaschen von Leuchs & Meiser. Die 500 ccm fassenden Flaschen wurden zur Hälfte gefüllt, gut verkorkt und 8 Wochen lang bei Zimmertemperatur aufbewahrt, dann entleert und untersucht, mit folgendem Ergebniss:

Cognac: lehmig getrübt, nach dem Filtriren wasserhell (also stark entfärbt), kein Beigeschmack. In der Flasche 3 grosse, braune, erhabene Flecken, die mittelst einer Flaschenbürste losgelöst, zusammen mit dem Filtrationsrückstande des Cognacs in eine Platinschale gebracht, verascht, gewogen und analysirt wurden. Gewicht der Asche 0,089 g; Farbe rein weiss. Die Analyse ergab neben äusserst geringen Spuren von Eisen nur Thonerde. Im filtrirten Cognac kein Eisen, wohl aber Spuren von Aluminium nachweisbar.

Gewicht der Flaschen vor dem Versuch	101,52 g
„ „ „ nach „	101,47 „
Verlust	0,05 g

Rothwein: vollständig kahmig geworden (Controle in Glasflasche gleichfalls). Am Grunde dicker Bodensatz; nach dem Filtriren wenig verändert, Geschmack kahmig, sonst rein. In der Flasche eine Anzahl kleiner, brauner Ansätze, dunkler und namentlich flacher als die halbkugeligen, gewölbten Cognacflecken.

Gewicht der Asche der Flecken 0,0838 g, fast eisenfrei; im filtrirten Wein Spuren von Eisen und äusserst geringe Mengen von Aluminium.

Gewicht der Flasche vor dem Versuch	105,91 g
„ „ „ nach „	105,77 „
Verlust	0,14 g

Thee: reichlich sedimentirt, sonst unverändert, auch im Geschmack. In der Flasche geringe Ansätze von Fleckenbildung, den Rothweinflecken ähnlich. Filtrirter Thee eisenfrei; Asche des Sediments und der Flecken 0,0413 g, Thonerde mit deutlichen Spuren von Eisen.

Gewicht der Flasche vor dem Versuch	101,34 g
„ „ „ nach „	101,25 „
Verlust	0,09 g

Citronensäurelösung (2⁰/₀): Flasche und Flüssigkeit ohne Flecken; reichlicher grauer Schimmel auf der Oberfläche schwimmend. Geschmack unverändert; Flüssigkeit giebt deutliche Eisenreaktion, die in der Controle fehlt.

Gewicht der Flasche vor dem Versuch	95,28 g
„ „ „ nach „	95,21 „
Verlust	0,07 g

Eisencitratlösung (2⁰/₀): Flasche und Flüssigkeit ohne Flecken, Geschmack und Eisengehalt unverändert, keine Schimmelbildung.

Gewicht der Flasche vor dem Versuch	102,32 g
„ „ „ nach „	102,16 „
Verlust	0,16 g

Die Ergebnisse dieses Versuchs, namentlich mit der Cognacflasche, gaben den Anstoss zur Aufklärung der Natur und Entstehungsweise der eigenthümlichen Fleckenbildung (S. 5—10).

2. Vergleichende Versuche über das Verhalten von Leitungswasser, Essig, ($\frac{1}{2}\%$), Cognac, Kaffee ($2\frac{1}{2}\%$), Rothwein und Weisswein bei gewöhnlicher und erhöhter (Brütschrank-) Temperatur, in der Ruhe und in der Bewegung.

Flaschen von Wilhelm Berg, zu 750 ccm Fassungsraum, mit 500 ccm gefüllt; Dauer jedes Einzelversuchs 8 Stunden, und zwar am 1. Tage bei Zimmertemperatur und Ruhe, am 2. Tage bei Zimmertemperatur und Schüttelbewegung, am 3. Tage bei Brütschranktemperatur und Ruhe, am 4. Tage bei Brütschranktemperatur und Schüttelbewegung. Dieser 4fache Versuch mit den 6 Flüssigkeiten wurde je 8 mal wiederholt.

Der Gehalt an Thonerde wurde in den Getränken direkt gewichtsanalytisch bestimmt, da Differenzbestimmungen durch Wägung der Flaschen bei der geringen Höhe des Verlustes keine zuverlässigen Resultate versprochen. Die Bestimmung geschah in folgender Weise:

Beim Leitungs- und beim Essigwasser wurde das Volumen unter Zusatz von etwas Salzsäure bis auf ca. 100 ccm eingedampft und alsdann mit Ammoniak direkt gefällt. Bei den übrigen Getränken wurde nach mehreren, nicht befriedigenden Versuchen der folgende Weg eingeschlagen: Die Flüssigkeiten wurden in einer geräumigen, 200 ccm fassenden Platinschale stark concentrirt, dann unter Zusatz von Kaliumcarbonat und Kaliumnitrat verbrannt und geschmolzen, die erkaltete Schmelze in Wasser gelöst, filtrirt, das Filtrat mit Salzsäure übersättigt, und dann mittelst Ammoniak in geringem Ueberschusse das Aluminiumhydroxyd ausgefällt. Auf diese Weise gelang es mit Leichtigkeit, den Aluminiumniederschlag frei von Phosphorsäure zu erhalten, deren Anwesenheit ja die Bestimmung der Thonerde so umständlich macht, ganz besonders wenn sich beide, wie hier, in organischen Substanzen befinden. Die meist übliche Methode der Behandlung mit Kaliumchlorat und Salzsäure ist nicht nur umständlich und unangenehm, sondern giebt auch, wenn man die Zerstörung nicht tagelang fortsetzt, viel zu niedrige Werthe (bis zu 50%) wie mehrfache Controlanalysen mit Zusatz bekannter Mengen von Aluminiumsalzen ergaben.

Auch die oben empfohlene Methode wurde controlirt. Je 500 ccm Roth- und Weisswein wurden mit je 5 ccm einer Lösung von Natrium-Aluminium-Tartrat, welche 2 g Al_2O_3 in 100 ccm enthielt, versetzt. Als Controle dienten die gleichen Weinmengen ohne Zusatz.

Bei einer Analyse nach der oben beschriebenen Schmelz-Methode fanden sich:

1. Im Rothwein: a) ohne Zusatz = 0,0 Al_2O_3 ,
 b) mit „ (0,100 Al_2O_3) = 0,1022 Al_2O_3 .
2. Im Weisswein: a) ohne Zusatz = 0,0 Al_2O_3 ,
 b) mit „ (0,100 Al_2O_3) = 0,1010 Al_2O_3 .

Bei der Einfachheit und Schnelligkeit der Ausführung verdient die Methode daher vor den anderen den Vorzug.

Die Resultate des Feldflaschen-Versuchs enthält die folgende Tabelle:

mg Thonerde in 500 ccm:

Art des Versuchs.	Leitungswasser.	Essig $\frac{1}{2}\%$.	Cognac	Kaffee.	Rothwein.	Weisswein.	Bemerkungen.
8 Stunden bei Zimmer-temperatur in der Ruhe.	1.7	4.3	+	2.2	4.0	4.0	+ bedeutet verunglückt.
	1.8	2.3	+	0.0	4.5	7.5	
	1.2	4.2	1.3	2.0	0.0	0.0	
	0.7	1.5	0.8	1.8	0.0	0.0	Der Kaffee wurde vor dem Einfüllen in die Flasche stets filtrirt.
	1.3	+	3.3	0.0	1.2	0.0	
	3.8	+	2.8	0.0	0.0	0.0	
	+	5.8	+	2.8	0.0	1.6	
	1.2	6.8	+	1.8	+	1.0	
8 Stunden bei Zimmer-temperatur im Schüttel-apparat.	1.8	4.8	7.8	5.5	4.6	9.8	Der Rothwein besass 0.225 % freie Säure (auf Weinsäure berechnet) und 8 % (Gewichts-Procent) Alkohol.
	4.8	7.8	19.6	0.0	6.6	11.5	
	2.8	5.8	12.0	1.6	5.5	6.0	
	2.3	5.5	11.0	0.4	4.5	3.5	
	1.3	+	+	4.2	0.0	0.0	
	1.1	+	+	0.0	5.4	0.0	
	0.8	9.4	9.8	0.0	5.5	+	
	0.8	10.1	18.4	1.3	0.8	1.0	
8 Stunden bei 37° im Brüt-schrank in der Ruhe.	4.3	9.3	33.0	2.8	8.4	11.0	Der Weisswein hatte 0.492 % freie Säure und 8.25 % Alkohol.
	2.3	6.2	29.9	1.5	5.5	8.7	
	0.5	9.0	15.0	+	4.0	9.0	
	+	21.5	15.0	2.2	8.1	4.7	
	2.5	12.3	30.1	1.4	3.6	0.0	
	1.1	10.3	29.1	0.0	0.0	5.9	
	2.5	24.5	16.0	2.3	0.0	8.3	
	3.0	20.8	24.5	0.0	3.5	0.0	
8 Stunden bei 37° im Brüt-schrank im Schüttel-apparat.	+	24.0	38.7	1.9	7.0	19.0	
	1.8	+	20.6	0.0	14.0	20.0	
	2.0	35.0	7.8	2.3	4.1	0.0	
	2.5	21.5	10.3	0.8	0.0	0.0	
	1.0	19.0	+	1.7	2.3	6.5	
	0.4	12.8	24.2	3.1	3.7	9.2	
	1.3	26.8	+	1.3	5.0	2.5	
	1.5	22.9	+	1.3	11.0	5.0	

Hieraus ergeben sich folgende Mindest-, Höchst- und Mittel-Werthe: mg in 500 ccm:

V e r s u c h.	Leitungswasser.			Essig $\frac{1}{2}^0/0$.			Cognac.			Kaffee.			Rothwein.			Weisswein.		
	Minimum.	Maximum.	Mittel.	Minimum.	Maximum.	Mittel.	Minimum.	Maximum.	Mittel.	Minimum.	Maximum.	Mittel.	Minimum.	Maximum.	Mittel.	Minimum.	Maximum.	Mittel.
8 Stunden Zimmertempe- ratur; Ruhe.	0.7	3.8	1.67	1.5	6.8	3.15	0.8	3.3	2.05	0.0	2.8	1.325	0.0	4.5	1.4	0.0	7.5	1.77
8 Stunden Zimmertempera- tur; geschüttelt.	0.8	4.8	1.96	4.8	10.1	7.23	7.8	19.6	13.1	0.0	5.5	1.625	0.0	6.6	4.24	0.0	11.5	4.54
8 Stunden Brütschrank; Ruhe.	0.5	4.3	2.31	6.2	24.5	14.24	15.0	33.0	24.15	0.0	2.8	1.47	0.0	8.4	4.14	0.0	11.0	5.95
8 Stunden Brütschrank; geschüttelt.	0.4	2.5	1.70	12.8	35.0	23.14	7.8	38.7	20.32	0.0	3.1	1.55	0.0	14.0	5.90	0.0	20.0	7.80

Die vor und nach dem Versuch vorgenommenen Gewichtsbestimmungen der Flaschen hatten folgendes Ergebniss:

Bezeichnung.	Gewicht vorher g	Gewicht nachher g	Verlust g	Verlust ‰	Bemerkungen.
Essig	141.44	140.98	0.46	0.327	32 Versuche zu je 8 Stunden, jede Flasche 32 mal gereinigt u. 256 Std. im Gebrauch; von den Weinflaschen wurden je 2 Stück benutzt, also jede nur die Hälfte der Zeit, und nur halb so oft gereinigt, wie die übrigen.
Wasser	134.35	134.22	0.13	0.007	
Kaffee	138.38	138.27	0.11	0.080	
Cognac	134.34	134.19	0.15	0.112	
Rothwein	140.55	140.33	0.22	0.157	
desgl.	143.05	142.42	0.63	0.442	
Weisswein	141.52	140.86	0.66	0.468	
desgl.	135.98	135.78	0.20	0.147	

3. Versuche über die Einwirkung von Essigsäure $\frac{1}{2}$ ‰ und 3 ‰, Rothwein, Weisswein, Milch, Münchener Bier, hellem Lagerbier und Grätzer Bier auf je 2 Sorten von Aluminiumblech.

I. Bleche mit 99,34 ‰ Reingehalt.

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer der Einwirkung.	Temperatur.	Blechgewicht		Verlust g	Verlust ‰
			vorher g	nachher g		
Rothwein	60 Stunden	15°	5.8300	5.8286	0.0014	0.024
„	60 „	38°	4.7790	4.7770	0.0020	0.040
Essigsäure $\frac{1}{2}$ ‰	24 „	15°	5.8318	5.8300	0.0018	0.030
„	24 „	38°	4.7839	4.7790	0.0049	0.100
Essigsäure 3 ‰	24 „	15°	7.0956	7.0942	0.0014	0.020
„	24 „	38°	3.6450	3.6418	0.0032	0.090

II. Bleche mit 96,7 % Reingehalt.

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer der Einwirkung.	Temperatur.	Blechg e w i c h t		Verlust g	Verlust %
			vorher g	nachher g		
Rothwein	60 Stunden	15°	2.0405	2.0390	0.0015	0.070
„	60 „	38°	1.5984	1.5975	0.0009	0.050
Essigsäure 1/2 pCt	24 „	15°	2.0415	2.0405	0.0010	0.050
„	24 „	38°	1.2897	1.2861	0.0036	0.280
Essigsäure 3 pCt.	24 „	15°	1.6004	1.5984	0.0020	0.125
„	24 „	38°	0.9375	0.9355	0.0020	0.213

Vergleich der Verluste in Procenten.

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer der Einwirkung.	Temperatur.	Verluste in Procenten	
			Bleche I. 99.34 % Reingehalt	Bleche II. 96.70 % Reingehalt
Rothwein	60 Stunden	15°	0.024	0.070
„	60 „	38°	0.040	0.050
Essigsäure 1/2 %	24 „	15°	0.030	0.050
„	24 „	38°	0.100	0.280
Essigsäure 3 %	24 „	15°	0.020	0.125
„	24 „	38°	0.090	0.213

Die in den nachfolgenden Uebersichten aufgeführten Versuche sind mit Blechen ausgeführt, welche eine andere Dicke besaßen, nämlich 1,47 mm, während die Bleche der obigen Tabelle 0,54 mm dick waren. Die Verluste sind deshalb nicht ohne Weiteres vergleichbar. Um sie neben einander stellen zu können, muss man die Verlustprocente der dickeren Sorte mit 2,72 multipliciren ($1,47 : 0,54 = 2,72 : 1,0$).

III. Bleche mit 99,60 % Reingehalt.

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer des Versuchs, Stunden.	Tempe- ratur.	Gewicht des Bleches g	Verlust g	Verlust %	Verlust % mal 2.72.
Milch	45	8° (Keller)	10.6998	0.0013	0.0121	0.0329
Milch	45	8° „	10.3319	0.0014	0.0135	0.0367
Münchener Bier	45	15°	10.6985	0.0015	0.0140	0.0381
Münchener Bier	45	15°	10.3305	0.0015	0.0145	0.0394
Helles Lagerbier	45	15°	10.6970	0.0019	0.0179	0.0489
Helles Lagerbier	45	15°	10.3290	0.0025	0.0242	0.0658
Grätzer Bier	45	15°	8.2679	0.0012	0.0145	0.0394
Grätzer Bier	45	15°	8.9415	0.0013	0.0145	0.0394

IV. Bleche mit 99,43 % Reingehalt.

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer des Versuchs, Stunden.	Tempe- ratur.	Gewicht des Bleches g	Verlust g	Verlust %	Verlust % mal 2.72.
Münchener Bier	45	15°	9.3021	0.0031	0.0333	0.0906
Münchener Bier	45	15°	8.7515	0.0020	0.0229	0.0623
Helles Lagerbier	45	15°	9.2990	0.0025	0.0269	0.0732
Helles Lagerbier	45	15°	8.7495	0.0016	0.0183	0.0498
Grätzer Bier	45	15°	8.6280	0.0014	0.0162	0.0441
Grätzer Bier	45	15°	7.6768	0.0014	0.0180	0.0490
Weisswein	45	37°	7.6110	0.0040	0.0526	0.1431
Weisswein	45	37°	8.0165	0.0034	0.0424	0.1153

Vergleich der Verluste in Procenten.
Im Durchschnitt:

Einwirkende Flüssigkeit.	Dauer der Ein- wirkung, Stunden.	Tempe- ratur.	Verlust % mal 2.72.	
			Bleche III.	Bleche IV.
Milch	45	8°	0.0348	—
Münchener Bier	45	15°	0.0388	0.0765
Helles Lagerbier	45	15°	0.0574	0.0665
Grätzer Bier	45	15°	0.0394	0.0466
Weisswein	45	15°	—	0.1292

4. Versuche über die Abnutzung der Aluminium - Feldflaschen
bei Anwendung schärferer Reinigungsmittel.

a) Flasche von Leuchs & Meiser; Gewicht 120 g; wird 2 Monate lang täglich, mit Ausnahme von 10 Sonntagen, im Ganzen 47 mal, mit heisser 10% Sodalösung gereinigt (ca. 1/2 Minute geschüttelt), mit Wasser nachgespült und leer aufgehängt.

Gewicht der Flasche am 25. 3. 92 = 120,70 g

„ „ „ „ 5. 5. 92 = 119,95 „

„ „ „ „ 25. 5. 92 = 119,75 „

Gesamtverlust = 0,95 g = 0,787 pCt.

b) Eine Flasche von Leuchs & Meiser wird mit kalter 10% Sodalösung gefüllt; von Zeit zu Zeit wird ein aliquoter Theil entnommen, und darin das Aluminium bestimmt. Danach haben 500 ccm der Sodalösung aufgelöst:

Nach 30 Minuten = 0,0200 g Al_2O_3 = 0,01066 g Al.

„ 60 „ = 0,0396 „ „ „ = 0,02111 „ „

„ 24 Stunden = 0,1631 „ „ „ = 0,08693 „ „

c) Flasche von Leuchs & Meiser: Kalte verdünnte Salpetersäure; 500 ccm hatten gelöst:

Nach 15 Minuten = 0,0112 g Al_2O_3 = 0,00597 g Al.

„ 30 „ = 0,0133 „ „ „ = 0,00789 „ „

„ 60 „ = 0,0162 „ „ „ = 0,00863 „ „

„ 24 Stunden = 0,2265 „ „ „ = 0,12062 „ „

Erst nach 4 wöchentlichem Verweilen der Säure in der Flasche wurde letztere leck und zeigte sich nunmehr im Innern stark angefressen.

d) Flasche von Leuchs & Meiser: Kalte concentrirte Salpetersäure; 500 ccm hatten gelöst:

Nach 15 Minuten	=	0,0263 g Al_2O_3	=	0,01402 g Al.
„ 30 „	=	0,0345 „ „ „	=	0,01839 „ „
„ 60 „	=	0,0546 „ „ „	=	0,02910 „ „
„ 24 Stunden	=	0,6530 „ „ „	=	0,34905 „ „

Ein Durchfressen und Leckwerden trat erst nach 3 wöchentlichem Verweilen in der Flasche auf.

C. Versuche mit Kochgeschirren.

1. Uebersicht über die Speise-Kochversuche.

Die Ausführung war während der ganzen Versuchsdauer die nämliche, nur die Speisen wechselten. Es wurde, ohne besondere Rücksicht auf das Material der Kochgeschirre oder den Zweck der Versuche, in unbefangener und vorurtheilsfreier, durchaus normaler Weise von einem der Laboratoriumsdienner in einem Aluminiumgefässe über Gasfeuer täglich innerhalb 3 bis 4 Stunden eine für 2 Mann bestimmte, dem landesüblichen Geschmack angepasste, aus Fleisch und Gemüse bestehende Mittagsmahlzeit hergestellt, und gleichzeitig in einem anderen Aluminium-Kochgeschirr 2 Liter Kaffee bereitet. Sowohl die Speisen als der Kaffee wurden täglich gekostet und darauf von den beiden Laboratoriumsdiennern verzehrt. Die Versuche begannen am 22. 6. 91 und wurden mit einzelnen Unterbrechungen bis heute (15. 10. 92) fortgesetzt. Sie lassen sich zeitlich und nach der Grösse der bereiteten Portionen in 4 Perioden theilen:

I.	Periode vom	22. 6. 91—	1. 9. 91 (zus. 57 Tage)	täglich 2 vorschriftsmässige kleine Friedensportionen.
II.	„ „	10. 10. 91—	26. 11. 91 („ 47 „)	täglich 2 vorschriftsmässige Kriegsportionen.
III.	„ „	22. 2. 92—	21. 5. 92 („ 68 „)	desgl.
IV.	„ „	22. 6. 92—	15. 10. 92 („ 95 „)	2 der üblichen Friedensmenage - Portionen nach dem bekannten Handbuch von Meinert.

Summa 267 Tage

Art und Menge der Speisen sind aus folgenden Tabellen zu ersehen:

2. Kochtabellen.

Speisen der ersten Periode, vom 22. 6. 91 bis 1. 9. 91.

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
1891 Juni						
22.	Rindfleisch	250	Linsen	150	3 1/2	sauer
23.	-	250	Graupen	125	2 1/2	
24.	Speck.....	250	Erbsen	500	3 1/2	
25.	Rindfleisch	250	Bohnen	250	3	
26.	-	250	Reis	125	2 1/2	
27.	Hammelfleisch ...	250	Mohrrüben.....	1/2 Lit.	2	
28.	Schweinefleisch...	250	Kartoffeln	1 -	1 1/2	sauer
30.	Speck.....	250	Erbsen.....	500	3 1/2	
Juli						
1.	Rindfleisch	250	Linsen	150	3 1/2	sauer
2.	-	250	Reis	125	2 1/2	
3.	-	250	Bohnen	250	3	
4.	-	250	Graupen	125	2 1/2	
5.	Hammelfleisch ...	250	Mohrrüben.....	1/2 Lit	2	
7.	Speck.....	250	Erbsen	500	3 1/2	
8.	Rindfleisch	250	Reis	125	2 1/2	
9.	Schweinefleisch...	250	Kartoffeln	1 Liter	1 1/2	sauer
10.	Rindfleisch	250	Bohnen	250	3	
11.	-	250	Graupen	125	2 1/2	
12.	Hammelfleisch ...	250	Mohrrüben.....	1/2 Lit.	2	
14.	Rindfleisch	250	Linsen	500	3 1/2	sauer
15.	Speck.....	250	Erbsen	500	3 1/2	
16.	Rindfleisch	250	Reis	125	2 1/2	
17.	Schweinefleisch...	250	Kartoffeln	1 Liter	1 1/2	sauer
18.	Rindfleisch	250	Bohnen	250	3	
19.	-	250	Graupen	125	2 1/2	
21.	Speck.....	250	Erbsen	500	3 1/2	
22.	Rindfleisch	250	Linsen	500	3 1/2	sauer
23.	-	250	Reis	125	2 1/2	
24.	Hammelfleisch ...	250	Mohrrüben.....	1/2 Lit.	2	
25.	Rindfleisch	250	Kartoffeln	1 Liter	1 1/2	sauer
26.	-	250	Bohnen	250	3	
28.	Speck.....	250	Erbsen	500	3 1/2	
29.	Rindfleisch ...	250	Graupen	125	2 1/2	
30.	-	250	Linsen	500	3 1/2	sauer

In derselben Reihenfolge wurde bis zum 1. September weitergekocht.

Speisen der zweiten Periode, vom 10. 10. 91 bis 26. 11. 91.

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
1891 Octbr.						
10.	Rindfleisch	750	Reis	250	2 1/2	
11.	Speck	340	Erbsen	500	3 1/2	
12.	Hammelfleisch....	750	Graupen	250	2	

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
Octbr.						
13.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	sauer
14.	Rindfleisch	500	Linsen	500	3 1/2	sauer
15.	-	750	Grütze	250	2 1/2	
16.	-	750	Reis	250	2 1/2	
17.	Hammelfleisch ...	750	Bohnen	500	3	weisse Bohnen
19.	Rindfleisch	750	Graupen	250	2	
20.	-	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	sauer
21.	Rauchfleisch	500	Linsen	500	3 1/2	sauer
22.	Speck.....	340	Erbsen	500	3 1/2	
23.	Hammelfleisch ...	750	Grütze	250	2 1/2	
24.	Rindfleisch	750	Bohnen	500	3	
26.	-	750	Reis	250	2 1/2	
27.	Speck.....	340	Erbsen	500	3 1/2	
28.	Hammelfleisch ...	750	Grütze	250	2	
29.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	sauer
30.	Rindfleisch	750	Linsen	500	3 1/2	sauer
31.	-	750	Grütze	250	2 1/2	
Novbr						
2.	-	750	Reis	250	2 1/2	
3.	Hammelfleisch ...	750	Bohnen	500	3	
4.	Rindfleisch	750	Graupen	250	2 1/2	
5.	-	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	
6.	-	750	Linsen	500	3 1/2	sauer
7.	Speck.....	340	Erbsen	500	3 1/2	
9.	Rindfleisch	750	Grütze	250	2 1/2	
10.	Hammelfleisch ...	750	Bohnen	500	3	
11.	Rindfleisch	750	Reis	250	2 1/2	
12.	Speck.....	340	Erbsen	500	3 1/2	
13.	Hammelfleisch ...	750	Grütze	250	2 1/2	

In derselben Reihenfolge wurde bis zum 26. November weitergekocht.

Speisen der dritten Periode, vom 22. 2. 92 bis 21. 5. 92.

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
Febr.						
22.	Rindfleisch	750	Reis	250	4	
23.	Hammelfleisch ...	750	Graupen.....	250	4	
24.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	sauer
25.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
26.	-	750	Grütze	250	4	
27.	-	750	Reis	250	4	
29.	Hammelfleisch ...	750	Weisse Bohnen...	500	4	
März						
1.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1 1/2	sauer
2.	Rauchfleisch (Rind)	500	Linsen	500	4	sauer

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
März						
10.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
11.	Rindfleisch	750	Graupen	250	4	
12.	-	750	Bohnen	500	4	
14.	Speck	340	Erbsen	500	4	
15.	Rindfleisch	750	Reis	250	4	
16.	Hammelfleisch ...	750	Graupen..	250	4	
17.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
18.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
19.	-	750	Grütze	250	4	
21.	-	750	Reis	250	4	
22.	Hammelfleisch ...	750	Weisse Bohnen...	500	4	
23.	Rindfleisch	750	Grütze	250	4	
24.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	
25.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
26.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
28.	Rindfleisch	750	Graupen	250	4	
29.	-	750	Bohnen	500	4	sauer
30.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
31.	Rindfleisch	750	Reis	250	4	
April						
1.	Hammelfleisch	750	Graupen	250	4	
2.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
4.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
5.	Rindfleisch	750	Grütze	250	4	
6.	-	750	Linsen	500	4	sauer
7.	Hammelfleisch	750	Bohnen	500	4	sauer
8.	Rindfleisch	750	Grütze	250	4	
9.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
11.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
12.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
13.	Rindfleisch	750	Graupen.....	250	4	
14.	Hammelfleisch	750	Bohnen	500	4	sauer
16.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
19.	Rindfleisch	750	Reis	250	4	
20.	Hammelfleisch	750	Graupen	250	4	
21.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
22.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
23.	-	750	Grütze	250	4	
25.	-	750	Reis	250	4	
26.	Hammelfleisch	750	Bohnen	500	4	sauer
27.	Rindfleisch	750	Grütze	250	4	
28.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
29.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
30.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
Mai						
2.	Rindfleisch	750	Graupen	250	4	
3.	Hammelfleisch	750	Bohnen	500	4	sauer
4.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
5.	Rindfleisch	750	Reis	250	4	
6.	Hammelfleisch	750	Graupen	250	4	
7.	Schweinefleisch ...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
9.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
10.	-	750	Grütze	250	4	
12.	-	750	Reis	250	4	

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
Mai						
13.	Hammelfleisch....	750	Bohnen	500	4	sauer
14.	Rindfleisch	750	Grütze	250	4	
16.	Schweinefleisch...	750	Kartoffeln	1500	1½	sauer
17.	Rindfleisch	750	Linsen	500	4	sauer
18.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	
19.	Rindfleisch	750	Graupen	250	4	
20.	Hammelfleisch....	750	Bohnen	500	4	sauer
21.	Speck.....	340	Erbsen	500	4	

Speisen der vierten Periode vom 22. 6. 92 bis 15. 10. 92.

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
Juni						
22.	Hammelfleisch....	375	Bohnenmehl	50	4	
			Weisse Bohnen...	250		
			Kartoffeln	200		
23.	Rindfleisch	375	Graupen	125	4	
			Kartoffeln	200		
24.	Schweinefleisch...	375	Kartoffeln	200	4	
			Erbsen	250		
25.	Rindfleisch	375	Kartoffeln	200	4	
			Reis	125		
27.	Speck.....	125	Kartoffeln	200	4	
			Erbsen	250		
28.	Rindfleisch	375	Kartoffeln	200	4	
			Reis	125		
29.	-	375	Kartoffeln	200	4	sauer
			Linsen	250		
30.	-	375	Kartoffeln	200	4	
			Grütze	125		
Juli						
1.	Schweinefleisch...	375	Kartoffeln	200	4	sauer
			Bohnen	250		
2.	Rindfleisch	375	Kartoffeln	200	4	
			Linsen	250		
4.	-	375	Kartoffeln	200	4	
			Reis	125		
5.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
6.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	200	4	
			Kartoffeln	200		
7.	Hammelfleisch ...	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
8.	Schweinefleisch...	375	Linsen	250	4	sauer
			Kartoffeln ...	200		
11.	- ...	375	Kartoffeln	1000	4	sauer
12.	Rindfleisch	375	Teltower Rüben .	300	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
13.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	578	4	
14.	Hammelfleisch....	375	Wirsingkohl	200	4	Konserven
			Kartoffeln	200		

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer Stunden	Bemerkungen
Juli						
15.	Schweinefleisch ...	375	Kartoffeln	200	4	
			Linzen	250		
16.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	200	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
18.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
19.	Schweinefleisch ...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
20.	Hammelfleisch	375	Weisskohl	200	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
21.	Schweinefleisch ...	375	Schoten	200	1½	Konserven
			Mohrrüben.....	200		
			Kartoffeln	200		
22.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
23.	Schweinefleisch ...	375	Linzen	250	4	
			Kartoffeln	200		
25.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
26.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
27.	-	375	Schoten	200	4	
			Mohrrüben.....	200		
			Kartoffeln	200		
28.	Schweinefleisch ...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
29.	-	375	Linzen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
30.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	
			Kartoffeln	200		
August						
1.	Schweinefleisch ...	375	Karotten	200	1½	Konserven
			Kartoffeln	200		
2.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
3.	Schweinefleisch ...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
4.	Rindfleisch	375	Teltower Rüben .	300	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
5.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
6.	Schweinefleisch ...	375	Schoten	300	4	Konserven
			Kartoffeln	200		
9.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
10.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	
			Kartoffeln	200		
11.	Schweinefleisch ...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
12.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
13.	Rindfleisch	375	Linzen	250	4	
			Kartoffeln	200		
15.	Schweinefleisch ...	375	Erbsen	250	4	
			Kartoffeln	200		
16.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
17.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
18.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	
			Kartoffeln	200		
19.	-	375	Graupen	125	4	
			Kartoffeln	200		
20.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
August						
22.	Schweinefleisch...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
23.	Rindfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
24.	-	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
25.	Hammelfleisch....	375	Graupen	125	4	
			Kartoffeln	200		
26.	Rindfleisch	375	Linsen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
27.	Hammelfleisch....	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
29.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	sauer
30.	Schweinefleisch...	375	Kartoffeln	1000	1½	
31.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	
			Kartoffeln	200		
Septbr.						
1.	-	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
2.	-	375	Graupen	150	4	
			Kartoffeln	200		
3.	Hammelfleisch....	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
5.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
6.	Schweinefleisch...	375	Kartoffeln	1000	1½	sauer
7.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
8.	Rindfleisch	375	Kohlrabi	250	4	
			Kartoffeln	200		
9.	-	375	Linsen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
10.	-	375	Graupen	125	4	
			Kartoffeln	200		
12.	Hammelfleisch....	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
13.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
15.	Schweinefleisch...	375	Saure Kartoffeln	1500	1½	sauer
16.	Rindfleisch	375	Graupen.....	150	4	
			Kartoffeln	200		
17.	-	375	Kohlrüben	250	4	
			Kartoffeln	200		
19.	Hammelfleisch...	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
20.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
21.	-	375	Linsen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
22.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	575	4	
24.	Rindfleisch	375	Graupen	125	4	
			Kartoffeln	200		
26.	Hammelfleisch....	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
27.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
28.	Schweinefleisch ..	375	Saure Kartoffeln	1500	1½	sauer

Datum	Fleisch	Gramm	Gemüse	Gramm	Zeit- dauer, Stunden	Bemerkungen
Septbr.						
29.	Rindfleisch	375	Graupen	150	4	
			Kartoffeln	200		
30.	Speck.....	125	Erbsen	500	4	
Octbr.						
1.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
7.	-	375	Kohlrabi	200	4	
			Kartoffeln	200		
8.	Hammelfleisch	375	Bohnen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
10.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
11.	-	375	Saure Kartoffeln.	1500	4	sauer
12.	-	375	Linsen	250	4	sauer
			Kartoffeln	200		
13.	Speck.....	125	Gemischt. Gemüse	578	4	
14.	Rindfleisch	375	Reis	125	4	
			Kartoffeln	200		
15.	-	375	Kohlrabi	200	4	
			Kartoffeln	200	4	

3. Kaffee-Bereitung.

An jedem Tage, an welchem eine Mittagsmahlzeit bereitet wurde, liessen wir auch Kaffee kochen, und zwar in folgender Weise: In einem besonderen, ein für alle Mal für Kaffee bestimmten Aluminium-Kochgeschirre wurden zwei Liter Leitungswasser zum Sieden erhitzt, und in das kochende Wasser dann 50 g gemahlener Kaffee geschüttet. Nach 5 Minuten langem Aufkochen wurde die Flamme gelöscht, und der fertige Kaffee zum Absetzenlassen bei Seite gestellt. Im Uebrigen gilt die oben gegebene Uebersicht über die Speise-Kochversuche auch für den Kaffee.

4. Speck-Bratversuche.

In einem Aluminium-Kochgeschirrdeckel wurden während der ersten und zweiten Periode der Kochversuche, von Ende Juni bis Anfang November 1891, täglich, im Ganzen 83 mal, auf einem Holzfeuer je 125 g Speck gebraten, welcher alsdann gleichfalls von den Dienern verzehrt wurde. Auf direkte Aluminium-Bestimmungen im geschmolzenen Fett musste bei der Fülle anderweitiger Arbeiten leider

verzichtet werden. Wägungen des Deckels ergaben nach 10wöchentlichem Gebrauch nicht nur keine Abnutzung, sondern eine Gewichtszunahme, von vorher 74,60 auf 75,05 g, also um 0,45 g, die sich bei genauer Besichtigung indess durch eine Schmutzansammlung unter dem damals in Folge mangelhafter Konstruktion nach Innen umgebogenen Rand des Deckels erklärte. Dieser technische Fehler ist durch Umbiegen des Randes nach Aussen bei den neuen Kochgeschirren beseitigt worden. Die Blechwägungs-Methode mit Hülfe eines mitgebratenen Stückes Aluminiumblech liess gleichfalls im Stich, wegen der Schwierigkeiten, alle Reste des häufig angebrannten Speckes vollständig, aber doch ohne einen — natürlich zu falschen Schlüssen führenden — Materialverlust, zu entfernen. Das betreffende Blech hatte in 64 Tagen von 5,7 auf 5,45 also um 0,25 g abgenommen; es war jedoch aus Versehen im Anfang mehrfach blank gescheuert worden, so dass sich weitere Schlüsse aus dieser auffallend hohen, überdies mit der erwähnten, ganz geringen Abnutzung des ganzen Deckels in Widerspruch stehenden Zahl nicht ziehen lassen.

5. Aluminiumbestimmungen in der Mittagskost.

a. Mittelst Bestimmung des Gewichtsverlustes eines mitgekochten Stückes Aluminiumblech.

I. Periode, vom 22. 6. 1891 bis 1. 9. 1891 zusammen 57 Tage.

Gewicht des mitgekochten Aluminiumblechs:

vorher 4,30 g

nachher 4,24 „

Verlust: 0,06 g in 57 Tagen,

Verlust durchschnittlich täglich: 0,001 g.

Berechnung: Gewicht des Gefässes, nach Abreissen des eisernen Henkels, der Oesen, und Abschneiden des durch einen eisernen Draht verstärkten, mit den Speisen nicht in Berührung kommenden, überschüssigen Randes: 140 g. Dies Gewicht ist mit dem Verluste des Versuchsblechs zu multipliciren, durch das Gewicht des letzteren zu dividiren und das Resultat zu halbiren, weil das Versuchsblech 2seitig, das Kochgeschirr aber nur 1seitig, demnach nur halb so stark als jenes, angegriffen wird; somit:

$$\frac{140 \cdot 0,001}{4 \cdot 30 \cdot 2} = 0,01625 = 16,25 \text{ mg Aluminium täglich im Mittagessen}$$

oder pro Kopf und Tag die Hälfte = **8,125 mg.**

Das Resultat ist als ein Maximalwerth anzusehen, der in Folge nicht hinreichend sorgfältiger Beachtung einiger erst später in ihrer Bedeutung erkannter praktischer Cautelen etwas zu hoch ist.

II. Periode, vom 10. 10. 1891 bis 26. 11. 1891, 47 Tage.

Gewicht des mitgekochten Aluminiumbleches vorher:	9,99 g	
» nach 30 Tagen	9,95 »	
	Verlust:	0,04 g
» » weiteren 17 Tagen	9,949 g	
	Verlust:	0,001 g

Berechnung:

erster, grösserer Theil der Periode (30 Tage):

$$\frac{140 \cdot 0,04}{9,99 \cdot 30 \cdot 2} = 0,0093 = 9,33 \text{ mg Aluminium täglich in der Speise}$$

oder pro Kopf und Tag die Hälfte = **4,66 mg.**

zweiter, kleinerer Theil der Periode (17 Tage):

$$\frac{140 \cdot 0,001}{9,95 \cdot 17 \cdot 2} = 0,4 \text{ mg oder pro Kopf und Tag } \mathbf{0,2 \text{ mg.}}$$

Durchschnitt für die ganze II. Periode:

$$\frac{140 \cdot 0,041}{9,99 \cdot 47 \cdot 2} = 0,00511 = 5,11 \text{ mg Aluminium täglich in der Speise}$$

oder pro Kopf und Tag die Hälfte = **2,56 mg.**

III. Periode, vom 22. 2. 1892 bis 21. 5. 1892, 68 Tage.

Bei diesem Versuche wurden 7 verschiedene Bleche, entsprechend den mehrfach erwähnten 7 verschiedenen Aluminiumsorten, mitgekocht, und Anfangs täglich, später in grösseren Zwischenräumen gewogen. Sie besaßen sämmtlich eine Grösse von 100 qcm, also, bei zweiseitigem Angriff, die doppelte Angriffsfläche. Die Dicke betrug 1,57 mm, nur bei den ersten beiden, wesentlich schwächeren Sorten 0,70 bzw. 0,35 mm.

Die Ergebnisse des Versuchs waren folgende:

		G I	G II	00	0	1 R	1 L	2 R
Zusammensetzung der Bleche	Eisen:	0.111	0.214	0.160	0.130	0.166	0.175	0.239
	Silicium:	0.051	0.282	0.247	0.870	0.234	0.920	0.328
	Aluminium:	99.838	99.504	99.593	99.000	99.600	98.905	99.433
		Blechverluste in Grammen:						
Anfangsgewicht der Bleche	18.2550	8.9019	41.2375	40.6751	41.4311	40.6244	40.8329	
Verlust in den ersten 19 Tagen	0.0230	0.0167	0.0187	0.0115	0.0116	0.0136	0.0077	
Verlust in wei- teren 12 Tagen	0.0162	0.0070	0.0084	0.0119	0.0087	0.0094	0.0179	
Verlust in wei- teren 12 Tagen	0.0175	0.0210	0.0096	0.0083	0.0101	0.0079	0.0068	
Verlust in wei- teren 25 Tagen	0.0092	0.0120	0.0090	0.0095	0.0125	0.0100	0.0080	
Gesamtverlust der 68tägigen Periode.	0.0659	0.0567	0.0457	0.0412	0.0429	0.0409	0.0404	
Durchschnitt täglich	0.00097	0.00083	0.00067	0.00060	0.00063	0.00060	0.00060	

Die Berechnung wurde diesmal nach Flächengrößen vorgenom-
men und ergab, bei einer Oberfläche eines Kochgeschirres, ohne den
ausser Betracht bleibenden Rand, von 732 qcm, und einer Angriffs-
fläche der 100 qcm grossen Versuchsbleche von 200 qcm (Angriff
2seitig, beim Kochgeschirr nur 1seitig), durch Multiplication der Blech-
verluste in mg mit $\frac{732}{200} = 3.66$ die Mengen Aluminium, die ein
Kochgeschirr der entsprechenden Aluminiumsorte in der angegebenen
Zeit an die Speisen abgegeben haben würde, und weiterhin durch
Division mit der Anzahl der Versuchstage und nochmalige Halbierung
der Werthe (pro Mann nur ein halbes Kochgeschirr) folgende Durch-
schnittswerthe pro Tag und Kopf in der Speise:

mg. Aluminium pro Tag und Kopf:

	G I	G II	00	0	1 R	1 L	2 R
Während der ersten Periode (19 Tage)	2.22	1.61	1.80	1.11	1.12	1.36	0.74
Während der zweiten Periode (12 Tage)	2.46	1.01	1.28	1.81	1.33	1.43	2.73
Während der dritten Periode (12 Tage)	2.67	3.20	1.46	1.265	1.54	1.20	1.03
Während der vierten Periode (25 Tage)	0.67	0.88	0.66	0.70	0.92	0.73	0.58
Während der Gesamtzeit durchschnittlich (68 Tage)	1.77	1.58	1.23	1.03	1.14	1.10	1.08

IV. Periode, vom 22. 6. 92 — 15. 10. 92, 95 Tage.

Während dieser Periode wurden 2 Monate lang, vom 12. 7. 92 — 12. 9. 92, Aluminiumbestimmungen mittelst Blechwägung vorgenommen, und zwar wurden, um zu entscheiden, ob nicht die mit den täglichen Wägungen verbundenen Reinigungsmanipulationen des Bleches den Verlust, wie vermuthet, zu gross erscheinen liessen, diesmal 2 Bleche mitgekocht, von denen das eine, wie bei den bisherigen Versuchen, täglich gewogen wurde, das andere aber nur zu Anfang, in der Mitte und am Ende des Versuchs, also in monatlichen Zwischenräumen. Da die fragliche Fehlerquelle auch für die schon früher geschilderten Essigversuche in Betracht kam, so wurde mit 2 anderen Blechen ein Parallelversuch in genau gleicher Weise mit $\frac{1}{2}$ % Essig angestellt, mit dem einzigen Unterschiede, dass der Essig täglich 6 Stunden, also etwa die doppelte Zeit wie die Speise, gekocht wurde. Alle 4 Bleche hatten eine Grösse von 100 qcm, also eine Angriffsfläche von 200 qcm, und wurden dadurch unterschieden, dass die täglich gewogenen eine quadratische, die monatlich gewogenen eine oblonge Form besassen.

Diese 4 Bleche wiesen nun während der 2 monatlichen Kochzeit folgende Gewichtsschwankungen auf:

Gewicht in Grammen:

Datum.	Speisebleche		Essigbleche	
	täglich gewogen.	monatlich gewogen.	täglich gewogen.	monatlich gewogen.
12. 7. 92	40.6270	39.3344	41.3532	39.8362
13.	6262		3458	
14.	6250		3297	
15.	6235		3204	
16.	6235		2963	
18.	6222		2953	
19.	6193		2919	
20.	6180		2900	
21.	6204		2910	
22.	6200		2875	
23.	6180		2860	
25.	6220		2865	
27.	6165		2800	
28.	6130		2785	
29.	6127		2778	
30.	6091		2730	
1. 8. 92	6120		2740	
2.	6115		2721	
3.	6090		2720	
4.	6080		2671	
5.	6085		2671	
6.	6085		2661	
8.	6085		2600	
9.	6091		2600	
10.	6070		2482	
12	40 6070 (— 0.0200)	39.3196 (— 0.0148)	41.2482 (— 0.1050)	39.7583 (— 0.0778)
15	6070		2440	
16.	6057		2325	
17.	6085		2325	
18.	6085		2325	
19.	6085		2305	
20.	6085		2300	
22.	6056		2265	
24.	6046		2220	
25.	6055		2130	
26.	6050		2130	
27.	6060		2130	
28.	6060		2130	
29.	6060		2130	
30.	6040		2000	
31.	6040		1962	
1. 9. 92	6040		1940	
2.	6040		1940	
5.	6040		1885	
6.	6024		1885	
7.	6015		1885	
8.	6009		1874	
9.	6009		1850	
10.	6009		1830	
12.	40.5968 (— 0.0102)	39 3098 (— 0.0098)	41.1812 (— 0.0670)	39.7134 (— 0.0365)
Verlust in 60 Tagen.	0.0302	0.0246	0.1720	0.1227

Diese Zahlen besagen deutlich, dass die Methode der täglichen Blechwägungen wegen der dazu nöthigen Reinigungs- und sonstigen Vorbereitungsmanipulationen Fehler in sich birgt, die das Resultat, d. i. die durch das Kochen in Lösung gebrachte, in die Speisen übergehende Metallmenge um 25—30 % zu hoch erscheinen lassen. Dementsprechend wären die früher angegebenen, mit dieser Methode erhaltenen Zahlen noch herabzusetzen.

Die durchschnittliche tägliche Aluminiummenge in der Speise würde sich pro Kopf aus diesem Versuche nach der täglichen Wägung auf $\frac{30,2 \cdot 3,66}{50 \cdot 2} = 1,11 \text{ mg}$, nach der richtigeren monatlichen auf $\frac{24,6 \cdot 3,66}{50 \cdot 2} = 0,9 \text{ mg}$ Aluminium, d. i. fast genau so hoch wie in den zuletzt angegebenen Versuchen der III. Periode berechnen.

b. Directe Aluminiumbestimmungen in den Speisen.

Um aber diesen approximativen Bestimmungen gegenüber einige ganz bestimmte Daten zu erhalten, wurde trotz der Umständlichkeit des Verfahrens doch einige Male die ganze Mittagsmahlzeit der directen Analyse unterworfen.

Zu diesem Zweck wurden die Speisen an den betreffenden Tagen gleichzeitig 2mal in genau gleicher Weise bereitet, die Hauptspeise in dem regelmässig benutzten Aluminiumkochgeschirr, die Controle in einem emaillirten, eisernen Kochtopf. Nach Fertigstellung wurden die Speisen mit Kaliumchlorat und Salzsäure zerstört, (ein directer Schmelzprocess, wie beim Wein, war wegen der Grösse der Objecte nicht angängig), das Filtrat mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag mit Soda und Salpeter geschmolzen, das Filtrat der in Wasser gelösten Schmelze mit Salzsäure übersättigt, und dann die Thonerde mit Ammoniak gefällt.

Die Befunde von 5 derartigen Untersuchungen giebt die folgende Tabelle:

Art und Mengen der Zuthaten	Befund in der Haupt- speise	Befund in der Kontrolle	Demnach aus dem Alumi- nium- Gefäß in die Speise über- gegangen	Desgl. pro Kopf die Hälfte
250 gr Schweinefleisch } 1000 - Kartoffeln } 200 ccm $\frac{1}{2}\%$ Essig } in $1\frac{1}{2}$ Stunden 40 gr Mehl } 20 - Salz } 2 - Pfeffer } gargekocht	2.4 mg Al_2O_3	1.2 mg Al_2O_3	1.2 mgr Al_2O_3	0.6 mg Al_2O_3
250 gr Schweinefleisch } 250 - Linsen } 50 - Linsenmehl } in $4\frac{1}{2}$ Stunden 500 - Kartoffeln } 15 - Salz } 20 ccm 1% Essig } gargekocht	3.6 mg Al_2O_3	1.2 mg Al_2O_3	2.4 mgr Al_2O_3	1.2 mg Al_2O_3
125 gr Speck } 125 - Erbsen } 250 - Kartoffeln } in 4 Stunden 300 - Mohrrüben } 50 - Erbsenmehl } 15 - Salz } gargekocht	4.5 mg Al_2O_3	1.8 mg Al_2O_3	2.7 mgr Al_2O_3	1.35 mg Al_2O_3
375 gr Rindfleisch } 300 - Kartoffeln } 300 - Kohlrüben } in 4 Stunden 50 - Erbsenmehl } 15 - Salz } 2 - Kümmel } gargekocht	6.7 mg Al_2O_3	1.2 mg Al_2O_3	5.5 mgr Al_2O_3	2.75 mg Al_2O_3
375 gr Rindfleisch } 125 - Reis } 250 - Kartoffeln } in 4 Stunden 15 - Salz } gargekocht	1.2 mg Al_2O_3	1.2 mg Al_2O_3	—	—

Diese Zahlen decken sich in genügender Weise mit den berechneten und lassen die indirecte Bestimmungsmethode mittelst Blechen bei Ausdehnung des Versuchs über längere Zeiträume und für Fälle, die nicht absolute Genauigkeit erfordern, ausreichend erscheinen.

6. Aluminiumbestimmungen im frisch gekochten Kaffee.

Während einer 81 tägigen Kochperiode, vom 23. 2. — 18. 5. 1892, wurden 5 verschiedene Aluminiumbleche im Kaffee mitgekocht (50 g Kaffee auf 2 Liter kochendes Leitungswasser, 5 Minuten sieden

lassen, dann absetzen bis zur Kühlung) und die Gewichtsverluste anfangs täglich, später wöchentlich bestimmt. Das abgekürzte Ergebniss enthält die folgende Tabelle:

Aluminiumsorten	1 R	1 L	2 R	00	0	
Zusammen- setzung {	pCt. Eisen.....	0.166	0.175	0.239	0.160	0.130
	pCt. Silicium	0.234	0.920	0.328	0.247	0.870
	pCt. Aluminium.....	99.600	98.905	99.433	99.593	99.000
Blechverluste in Grammen:						
Anfangsgewicht der sämtlich 100 qcm grossen Bleche	41.8142	40.3551	39.7770	41.3035	41.2350	
Gewichtsverlust in den ersten 33 Tagen	0.0218	0.0217	0.0227	0.0202	0.0341	
Gewichtsverlust in weiteren 18 Tagen	0.0024	0.0209	0.0308	0.0051	0.0108	
Gewichtsverlust in weiteren 30 Tagen	0.0150	0.0325	0.0265	0.0105	0.0110	
Gesamtverlust in 81 Koch- tagen	0.0392	0.0751	0.0392	0.0358	0.0559	
Tägl. Durchschnittsverlust.	0.00048	0.00093	0.00100	0.00044	0.00070	

Das macht im Durchschnitt täglich in 1 Liter Kaffee, also pro Kopf und Tag:

mg Aluminium in 1 Liter Kaffee:

1. Periode, 33 Tage	1.12	1.89	1.21	1.20	1.26
2. Periode, 18 Tage	0.52	1.10	0.26	2.12	3.13
3. Periode, 30 Tage	0.64	0.71	0.92	2.0	1.62
Durchschnittlich } 81 Tage Gesamtzeit	0.82	1.26	0.89	1.70	1.81

Hierbei ist indess zu berücksichtigen, dass die bei der Einwirkung von Kaffee auf Aluminium entstehende Gerbstoffverbindung im Kaffee unlöslich ist, und also, wenigstens zum überwiegenden Theil, in den Kaffeegrund übergeht, daher nicht mit genossen wird. Danach würden obige Zahlen noch zu corrigiren sein.

Dass dem in der That so ist, beweisen die früher (S. 33) mitge-

theilten Feldflaschenversuche, die mit filtrirtem, in einem Aluminiumgefäß gekochten Kaffee angestellt wurden. Unter 31 Versuchen wurde 9 Mal, also fast in einem Drittel der Fälle, der Kaffee, trotzdem er nachher noch 8 Stunden in einer Aluminiumfeldflasche verweilt hatte, ganz frei von Aluminium gefunden.

7. Aluminiumbestimmungen der Essigkochversuche.

Die zahlreichen Bestimmungen dieser Art sind im Zusammenhange der Arbeit (S. 22—30) bereits im Einzelnen mitgetheilt worden. Die vergleichende tägliche und monatliche Wägung zweier in $\frac{1}{2}\%$ Essig gekochter Aluminiumbleche findet sich vorstehend (S. 81) unter den Speisekochversuchen angegeben. Desgleichen sind die

8. Versuche mit Kochsalzlösungen

im Texte der Arbeit (S. 22) bereits enthalten.

9. Kochversuche mit Milch, Bier und Wein

wurden nicht angestellt.

D. Thierversuche.

1.

Controlthier, gesundes Kaninchen, nicht behandelt, am 28. 6. 1892 durch Genickschlag getödtet.

Gewicht vor dem Ablebern:	1825 g
„ nach „ „	1639 „

Die Untersuchung der Organe auf Aluminium wurde in der Weise ausgeführt, dass die grösseren Objecte, wie Leber, Fleisch, Nieren, Knochen, im Trockenschrank bei ca. 120° getrocknet, mit Soda und Salpeter verrieben und im Tiegel geschmolzen wurden. Die kleineren Organe, wie Milz, Gehirn, wurden theils getrocknet, theils frisch geschmolzen. Die weitere Ausführung der Untersuchung erfolgte genau in der bereits bei der Untersuchung des Weines (S. 62) angegebenen Weise. nur wurde bei den Organen noch in allen Fällen, wo ein Niederschlag entstand, die Vorsicht angewandt, denselben noch einmal umzuschmelzen, da bei der Gegenwart oft sehr grosser Mengen phosphorsaurer Erden durch nicht vollständige Umsetzung dieser Salze sonst leicht eine Täuschung entstehen konnte.

Die Methode wurde auch hier noch einmal, wie beim Wein, einer vorherigen Prüfung unterzogen, gleichzeitig aber wurde ein vergleichender Controlversuch mit der Chlormethode angestellt. Je 125 g Schabefleisch wurden mit je 25 ccm einer Lösung von Natrium-Aluminiumtartrat, die 0,2 % Al_2O_3 enthielt, versetzt und gut gemischt. Die Mischungen blieben einen Tag stehen. Dann wurde die eine Portion im Trockenschrank bei ca. 120° getrocknet, mit Soda und Salpeter geschmolzen und, wie schon mehrfach beschrieben, weiter behandelt.

Ergebniss: 0,05 g Al_2O_3 ,
also genau die zugesetzte Menge.

Die zweite Portion wurde ca. 8 Stunden lang mit Salzsäure und Kaliumchlorat behandelt, filtrirt, das Filtrat mit Ammoniak gefällt und der Niederschlag mit Soda und Salpeter umgeschmolzen und dann wie oben weiter behandelt.

Ergebniss: 0,02 g Al_2O_3 .

Die Ueberlegenheit der Schmelzmethode tritt also auch hier wieder deutlich hervor.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0
Leber	88	0
Nieren	12	0
Muskelfleisch (Schenkel)	280	0
Gehirn	9	0
Knochen (beide Ober- u. Unterschenkel)	26	0

Bei einem gesunden, unbehandelten Controlthier wurde demnach Aluminium in den Organen nicht gefunden.

2.

Kräftiges Kaninchen, 1560 g schwer, erhält am 13. 7. und 14. 7. 1892 je 0,2 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Getödtet am 15. 7. 92. Starke sulzige Infiltration der Injectionsstelle.

Gewicht vor dem Abledern: 1569 g

„ nach „ „ 1360 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	17.0
Nieren	15	5.5
Leber	54	49.8
Muskelfleisch	125	0.0
Gehirn	9	0.0

Bei einem an zwei vorhergehenden Tagen mit je 0,2 g Al_2O_3 subcutan behandelten und am Tage nach der zweiten Injection getödteten Thiere fanden sich demnach neben starker Reizung der Injectionsstellen beträchtliche Mengen Aluminium in Leber, Milz und Nieren.

3.

Kräftiges Kaninchen, 1458 g schwer, erhält vom 13.—23. 7. 92, im Ganzen 7 Mal, je 0,02 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Am 26. 7. 92 gestorben.

Gewicht vor dem Ablebern 993 g

„ nach „ „ 879 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	4.1
Nieren	14	4.6
Leber	44	2.8
Gehirn u. Rückenmark .	9	0.0
Muskelfleisch	60	0.0
Knochen	nicht bestimmt	22.5

Starke örtliche Reizung der Injectionsstellen. Aluminium in Nieren, Milz, Leber und namentlich in den Knochen gefunden.

4.

Kräftiges Kaninchen, 1960 g schwer, erhält am 19., 21. und 23. 7. 92 je 0,2 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Am 28. 7. 92 gestorben.

Gewicht vor dem Ablebern 1637 g

„ nach „ „ 1345 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	3.5
Nieren	19	8.0
Leber	74	0.0
Muskelfleisch	137	0.0
Gehirn	10	0.0
Knochen	nicht bestimmt	5.5

5.

Kräftiges Kaninchen, 1730 g schwer, erhält am 6. und 8. 8. 92 je 0,25 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Am 12. 8. 91 gestorben.

Gewicht vor dem Ablebern 1475 g

„ nach „ „ 1232 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	20	23.5
Leber	75	12.5
Muskelfleisch	120	0.0
Gehirn	9	0.0
Knochen	33	0.0
Urin	12	0.0

6.

Kräftiges Kaninchen, 1475 g schwer; erhält am 7., 8. und 9. 9. 92 je 0,1 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Am 16. 9. 92 gestorben.

Gewicht vor dem Ablebern 875 g

„ nach „ „ 755 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	10.5
Nieren	9	11.5
Leber	40	26.5
Muskelfleisch	30	0.0
Gehirn	8	0.0
Knochen	25	0.0
Magen und Darm, leer .	100	16.5
Magen- und Darminhalt	55	79.0

7.

Sehr kräftiges Kaninchen, 1940 g schwer; erhält am 7., 8. und 9. 9. 92 je 0,1 g Al_2O_3 subcutan injicirt. Gestorben 19. 9. 92.

Gewicht vor dem Ablebern 1072 g

„ nach „ „ 878 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	12	14.0
Leber	50	19.0
Muskelfleisch	50	0.0
Gehirn	10	0.0
Knochen	32	0.0
Urin	7	0.0
Magen und Darm, leer .	115	3.0
Magen- und Darminhalt	95	0.0

8.

Gesundes Controlthier, unbehandelt. Am 22. 8. 92 durch Genickschlag getödtet.

Gewicht nicht bestimmt.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Magen und Darm, leer, sorgfältig gereinigt. .	175	0.0
Gehirn	7	0.0
Knochen	25	0.0

Die bisherigen, hauptsächlich zur Controle der später folgenden Fütterungsversuche und zur Sicherstellung der Untersuchungstechnik dienenden Versuche geben wenigstens einen gewissen Anhalt für die Art der Vertheilung des Aluminiums in den Körperorganen bei subcutaner Vergiftung.

9.

Ziemlich kräftiges Kaninchen, Gewicht 1555 g; erhält vom 7.—20. 8. 92 täglich, im Ganzen 11 mal, je 0,02, zusammen 0,225 g Al_2O_3 subcutan injicirt, von da ab nicht mehr. Körpergewicht sinkt bis 1205 g am 27. 8. 92, steigt dann wieder langsam bis 1425 g. Das Thier erholt sich.

10.

Mässig kräftiges Kaninchen, Gewicht 1360 g; erhält vom 13.—20. 8. 92, im Ganzen 6 mal, je 0,02, zusammen 0,12 g Al_2O_3 subcutan injicirt, von da ab nichts mehr. Körpergewicht sinkt bis 1190 g am 31. 8. 92, steigt dann wieder langsam bis auf 1490 g. Das Thier erholt sich.

11.

Kleines weisses Kaninchen, Gewicht 1055 g. Vom 21. 7.—6. 8. 92 in allmählich steigender Dosis an Natriumtartrat gewöhnt, unter Zunahme des Körpergewichts bis auf 1290 g. Vom 6. 8.—23. 8. 92 täglich mit 0,1 g Al_2O_3 (als Natrium-Aluminiumtartrat) in Milch mittelst Schlundsonde gefüttert, im Ganzen 12 mal, mit zusammen 1,45 g Al_2O_3 . Körpergewicht steigt bis auf 1565 g, bei völligem Wohlbefinden.

Getödtet am 23. 8. 92.

Gewicht vor dem Ablebern 1620 g

„ nach „ „ 1410 „

Untersuchte Organe	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	1	0 0
Nieren	12	0 0
Leber	93	0.0
Fleisch	90	0.0
Gehirn	9	0 0
Knochen	22	0.0
Urin	18.5	0 0
Magen und Darm, leer .	160	0.0

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

12.

Kleines weisses Kaninchen, Gewicht 937 g. Vom 21. 7. — 6. 8. 92 in allmählich steigender Dosis an Natriumtartrat gewöhnt, wobei das Gewicht, bei völligem Wohlbefinden, auf 1040 g steigt. Vom 6. 8. — 20. 8. 92 täglich 0,1, von da ab bis zum 8. 10. 92 täglich 0,2 g Al_2O_3 als weinsaures Doppelsalz in Milch mittelst Schlundsonde eingeführt, im Ganzen 31 mal, mit zusammen 5,575 g Al_2O_3 . Völliges Wohlbefinden unter stetigem Ansteigen des Körpergewichts bis auf 1850 g.

Am 11. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 1925 g

„ nach „ „ 1685 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe.	Gefundenes Al_2O_3
	g	mg
Milz	1.5	0 0
Nieren	14	0.0
Leber	88	0.0
Fleisch	128	0.0
Gehirn	9	0 0
Knochen	28	0.0
Magen und Darm, leer .	180	0.0
Magen- und Darminhalt	275	38.5

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

13.

Kleines graues Kaninchen, Gewicht 1243 g. Vom 14. 7. — 6. 8. 92 an Natriumtartrat gewöhnt; Wohlbefinden. Gewicht steigt auf 1435 g. Vom 6. 8. — 20. 8. 92 täglich 0,2, von da ab bis 8. 10. 92 täglich 0,4 g Al_2O_3 als Doppelsalz in Milch wie oben; im Ganzen 32 mal, mit zusammen 10,5 g Al_2O_3 . Völliges Wohlbefinden unter stetiger Zunahme des Körpergewichts bis auf 1880 g.

Am 12. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 1905 g

„ nach „ „ 1650 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	15	0.0
Leber	80	0.0
Fleisch	78	0.0
Gehirn	7	0.0
Knochen	26	0.0
Magen und Darm, leer .	160	0.0
Magen- u. Darminhalt...	240	geringe Menge, Wägung verunglückt.

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

14.

Kleines graues Kaninchen, Gewicht 1100 g. Gewöhnung an Natriumtartrat wie oben, vom 25. 7.—6. 8. 92, unter völligem Wohlbefinden und steigendem Körpergewicht bis auf 1280 g. Vom 6. 8.—20. 8. 92 täglich 0,1, von da ab bis 8. 10. 92 täglich 0,2 g Al_2O_3 als weinsaures Doppelsalz in Milch mittelst Schlundsonde einverleibt; im Ganzen 32 mal mit zusammen 5,45 g Al_2O_3 , bei völligem Wohlbefinden und stetiger Zunahme des Körpergewichts bis auf 1980 g.

Am 12. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 1945 g

„ nach „ „ 1700 g

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	12	0.0
Leber	63	0.0
Fleisch	96	0.0
Gehirn	10	0.0
Knochen	28	0.0
Magen und Darm, leer .	160	0.0
Magen- u. Darminhalt .	200	227.0

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

15.

Mittelgrosses schwarzes Kaninchen, Gewicht 1427 g. Ohne vorherige Gewöhnung an Natriumtartrat, vom 8. 9.—8. 10. 92, im Ganzen 17mal, je 0,01 g Al_2O_3 als weinsaures Doppelsalz, zusammen 0,17 g Al_2O_3 , in Milch mittelst Schlundsonde eingeführt. Völliges Wohlbefinden unter Zunahme des Körpergewichts bis auf 1625 g.

Am 12. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 1625 g

„ nach „ „ 1400 g.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	1.5	0.0
Nieren	10	0.0
Leber	50	0.0
Fleisch	78	0.0
Gehirn	8	0.0
Knochen	28	0.0
Magen und Darm, leer .	220	0.0
Magen- u. Darminhalt .	220	Spuren

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

16.

Grosses weisses Kaninchen, Gewicht 1835 g. Ohne besondere Gewöhnung an Natriumtartrat vom 23. 8.—8. 10. 92 täglich 0,2 g Al_2O_3 als Doppelsalz in Milch mittelst Schlundsonde eingeführt, im Ganzen 20 mal mit zusammen 3,81 g Al_2O_3 . Völliges Wohlbefinden unter Zunahme des Körpergewichts bis auf 2000 g.

Am 11. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 2040 g

„ nach „ „ 1790 g.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al ₂ O ₃ mg
Milz	2	0.0
Nieren	16	0.0
Leber	89	0.0
Fleisch	51	0.0
Gehirn	9	0.0
Knochen	25	0.0
Magen und Darm, leer	198	0.0
Magen- und Darminhalt	260	122.2

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

17.

Kräftiges weisses Kaninchen, 1790 g schwer. Ohne besondere Gewöhnung an Natriumtartrat, vom 8. 8.—20. 8. 92 täglich 0,1 g Al₂O₃ als Doppelsalz in Milch mittelst Schlundsonde eingeführt, im Ganzen 10 mal, mit zusammen 1,125 g Al₂O₃. Körpergewicht hält sich auf gleicher Höhe.

Am 22. 8. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Ablebern 1790 g
 „ nach „ „ 1550 g.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al ₂ O ₃ mg
Milz	1.5	0.0
Nieren	13	2.9
Leber	80	0.0
Fleisch	53	0.0
Gehirn	9	0.0
Knochen	29	3.9
Urin	6.8	0.0
Magen und Darm, leer .	153	1.9

An den Organen liess sich nichts Krankhaftes nachweisen. Die in den denselben gefundenen Spuren von Aluminium zeigen, in Uebereinstimmung mit den früher beim Mangan von Kobert (l. c.) gemachten Erfahrungen, wie wichtig bei derartigen Versuchen von Einführung grosser Mengen fremder Salze in den Magen die vorherige Gewöhnung des Thieres an die betreffende Säure ist, die in diesem Falle des Versuchs wegen absichtlich unterlassen worden war.

18.

Grosses graues Kaninchen, Gewicht 2135 g, vom 19. 7.—6. 8. 92 allmählich an Natriumtartrat gewöhnt, bei Zunahme des Körpergewichts bis auf 2380 g. Vom 6. 8.—17. 8. 92 täglich je 0,2 g Al_2O_3 als Doppelsalz, und zwar 6 mal in Milch, 3 mal in Bier, zusammen 1,8 g Al_2O_3 mittelst Schlundsonde eingeführt. Wohlbefinden, unter Gewichtszunahme bis auf 2485 g.

Am 18. 8. 92 durch Genickschlag getödtet.

Gewicht vor dem Abledern 2490 g
 „ nach „ „ 2220 g.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	3.5	0.0
Nieren	16	0.0
Leber	86	0.0
Fleisch	184	0.0
Gehirn	8	0.0
Knochen	37	0.0
Darm	—	nicht chemisch untersucht

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse

19.

Kleines weisses Kaninchen, Gewicht 1075 g. Vom 21. 7.—6. 8. 92 allmählich an Natriumtartrat gewöhnt, wie oben, bei geringer

Zunahme des Körpergewichts bis auf 1120 g. Vom 6. 8.—20. 8. 92 täglich 0,1, von da ab bis zum 30. 9. 92 täglich 0,2 g Al_2O_3 als Doppelsalz, und zwar die ersten 6 mal in Milch, die übrigen 17 mal in Bier, zusammen 23 mal mit im Ganzen 4,05 g Al_2O_3 mittelst Schlundsonde eingeführt; bei völligem Wohlbefinden steigt das Körpergewicht bis auf 1865 g.

Am 30. 9. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Abledern 1900 g

„ nach „ „ 1620 g.

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz.	2,5	0.0
Nieren	12	0.0
Leber	95	0.0
Fleisch	106	0.0
Gehirn	9	0.0
Knochen	28	0.0
Urin	8	0.0
Magen und Darm, leer	180	0.0
Magen- und Darminhalt	205	12.0

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

20.

Kräftiges graues Kaninchen, Gewicht 1420 g. Erhält ohne besondere vorherige Gewöhnung an Natriumtartrat vom 20. 8.—8. 10. 92 täglich 0,2 g Al_2O_3 als Doppelsalz in Bier, im Ganzen 21 mal mit zusammen 4,3 g Al_2O_3 mittelst Schlundsonde. Stetiges Wohlbefinden unter Zunahme des Körpergewichts bis auf 1885 g.

Am 11. 10. 92 durch Genickschlag getötet.

Gewicht vor dem Abledern 1900 g

„ nach „ „ 1670 „

Untersuchte Organe	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	13	0.0
Leber	86	0.0
Fleisch	83	0.0
Gehirn	9	0.0
Knochen	26	0.0
Urin	10	0.0
Magen und Darm, leer .	200	0.0
Magen- und Darminhalt	254	134.0

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse.

21.

Grosses graues Kaninchen, Gewicht 2235 g. Wird von vornherein als Controlthier für die übrigen Fütterungsversuche bestimmt und erhält am 22. und 23. 7. 92 ohne Vorbereitung je 0,2 g Al_2O_3 als Aluminiumtartrat, nicht als Doppelsalz, mittelst Schlundsonde. Nachdem dies ohne sichtlichen Schaden vertragen, erhält es ferner vom 6.—13. 8. 92 täglich je 0,2 g Al_2O_3 als weinsaures Doppelsalz in Milch, dann vom 15.—19. 8. 92 täglich eben so viel in Bier, vom 20.—23. 8. 92 täglich 0,4 g Al_2O_3 in Bier. Darauf wirft es am 23. 8. 92 sechs gesunde Junge, weshalb die Fütterungen bis zum 26. 9. 92 ausgesetzt werden. Von diesem Tage bis zum 8. 10. 92 erhält es wieder täglich 0,4 g Al_2O_3 als Doppelsalz in Bier mittelst Schlundsonde;

demnach 2mal 0,2 g Al_2O_3 als Tartrat = 0,4 g Al_2O_3
6 „ 0,2 „ „ „ „ Doppelsalz = 1,3 „ „ „
in Milch
7 „ 0,2—0,4 „ „ „ Doppelsalz = 1,8 „ „ „
in Bier

dann 4 Wochen Pause;

dann 11mal 0,4 „ „ „ Doppelsalz = 4,0 „ „ „
in Bier

Summa in 26 mal zusammen = 7,5 g Al_2O_3 .

Am 13. 10. 92 durch Genickschlag getödtet.

Gewicht vor dem Ablebern 2470 g

„ nach „ „ 2160 „

Untersuchte Organe.	Gewicht der Organe. g	Gefundenes Al_2O_3 mg
Milz	2	0.0
Nieren	16	0.0
Leber	84	0.0
Fleisch	100	0.0
Gehirn	10	0.0
Knochen	36	2.0
Urin	20	0.0
Magen und Darm, leer .	220	0.0
Magen- und Darminhalt	320	151.0

Die Untersuchung der Organe ergab völlig normale Verhältnisse. Die in den Knochen gefundene Spur von Aluminium bestätigt wiederum das oben bei dem Thier No. 17 über die Nothwendigkeit einer vorherigen Gewöhnung Gesagte.

22.

Kleines schwarzes Kaninchen, Gewicht 1312 g. Wird vom 21. 7.—6. 8. 92 an Natriumtartrat gewöhnt, erhält dann vom 6. 8.—20. 8. 92 täglich 0,1 g Al_2O_3 mittelst Schlundsonde als weinsaures Doppelsalz in Milch, vom 20. 8.—8. 10. 92 täglich 0,2 g desgl., zusammen 32mal, mit im Ganzen 5,575 g Al_2O_3 . Das Körpergewicht war während der Präparationszeit auf 1455 g und ist seitdem unter fortgesetztem Wohlbefinden noch ferner auf 2170 g gestiegen. Das Thier wird weiter beobachtet.

23.

Kräftiges graues Kaninchen, Gewicht 1617 g. Erhält ohne besondere Vorbereitung vom 6. 8.—13. 8. 92 täglich 0,1 g Al_2O_3 als Doppelsalz in Milch, vom 15. 8.—8. 10. 92 täglich 0,2 g desgl. in Bier, zusammen 30mal mit im Ganzen 5,45 g Al_2O_3 mittelst Schlundsonde. Das Körpergewicht ist bei völligem Wohlbefinden auf 2370 g gestiegen. Das Thier wird weiter beobachtet.

E. Ernährungs-Versuch am Menschen.

Der mit den beiden Laboratoriumsdienern angestellte Ernährungsversuch ist im Texte der Arbeit (S. 54) näher erläutert worden. Die verzehrten Speisen und Getränke sind aus den vorstehend unter C. 2. des Anhangs (S. 70—76) mitgetheilten Kochtabellen im Einzelnen genauer ersichtlich.



Plagge, Wenzel

Ueber Feldflaschen und Kochgeschirre aus Aluminium

Berlin 1893

Med.g. 482 w-1/8

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11653823-0